このドキュメントについて

このドキュメントは、アジレント・テクノロジー ウェブサイトによって、お客様に製品のサポートをご提供するために公開しております。印刷が判読し難い箇所または古い情報が含まれている場合がございますが、ご容赦いただけますようお願いいたします。
今後、新しいコピーが入手できた場合には、アジレント・テクノロジー ウェブサイトに追加して参ります。

本製品のサポートについて

この製品は、既に販売終了またはサポート終了とさせていただいている製品です。弊社サービスセンターでは、この製品の校正は実施できる可能性があります（修理部品が不要な場合など）が、その他のサポートはご提供いたしかねます。誠に恐縮ではございますが、ご理解願います。
なお、この製品に関するその他の情報や、代替製品情報などは、弊社 電子計測 ウェブサイト http://www.agilent.co.jp/find/tm にて、できるだけご提供しておりますので、ご利用ください。

訂正のお願い

本文中に「HP」または「YHP」とある語句を、「Agilent」と読み替えてください。
また、「横河・ヒューレット・パッカード株式会社」、「日本ヒューレット・パッカード株式会社」とある語句は、それぞれ、「アジレント・テクノロジー株式会社」と読み替えてください。
ヒューレット・パッカード社の電子計測、自動計測、半導体製品、ライフライフサイエンスのビジネス部門は、1999年11月に分離独立してアジレント・テクノロジー社となりました。
社名変更に伴うお客様の混乱を避けるため、製品番号の前に付されたブランドのみ
HPからAgilent へと変更しております。
（例：旧製品名 HP 8648は、現在 Agilent 8648として販売いたしております。）

Agilent Technologies

取 扱 説 明 書

モデル 3478A

ディジタル・マルチメータ

横河・ヒューレット・パッカード株式会社
YOKOGAWA-HEWLETT-PACKARD, LTD.

禁無断転載

03478-90405

印 刷： SEP. 1987

目　次

第1章　3478Aの概観 …… 1
概　要 …… 1
簡単な操作 …… 3/4

第2章　3478Aの使用法 …… 5
概　要 …… 5
動作特性 …… 5
1. オートゼロ …… 6
オートゼロとは …… 6
オートゼロが測定に与える影響 …… 6
2. 校　正 …… 7
校正とは …… 7
校正を可能にする方法 …… 7
3. 電流測定 …… 8
電流測定の方法 …… 8
4. ディスプレイ …… 8
使用法 …… 8
ノーマルモード …… 9
メッセージ …… 9
ユーザからのメッセージ …… 11
ディスプレイの桁数のかえ方 …… 11
アナンシエータ …… 12
5. 読み取り速度 …… 13
速い読み取り速度 …… 13
ノイズの影響 …… 13
積分時間 …… 13
オートゼロ …… 13
読み取り速度に影響する他の要因 …… 13
6. レンジ …… 14
レンジとは …… 14
表示の説明 …… 14
オートレンジ …… 15
マニュアル・レンジ …… 15
7. リア・パネル …… 16
リア・パネルにあるもの …… 16
リア・パネル・スイッチ …… 16
8. 抵抗測定 …… 17
抵抗測定 …… 17
測定上の注意点 …… 18
9. テスト/リセット …… 19
テスト/リセットは …… 19
10. トリガ …… 20
トリガとは …… 20
11. 電圧測定 …… 22
電圧の測定方法 …… 22
12. ボルトメータ・コンプリート …… 23
ボルトメータ・コンプリートとは …… 23
ボルトメータ・コンプリートの使用法 …… 23

第3章　リモート・プログラミング …… 25
概　要 …… 25
コマンドの例：3478Aにメッセージを送る… 25
アドレス …… 25
3478Aに命令を送る …… 26
ホーム・コマンド …… 28
プログラミングのヒント …… 29
3478Aからデータを受け取る …… 29
3478Aインタフェース機能 …… 30
CLEAR …… 31
例 …… 31
解説 …… 31
LOCAL …… 31
例 …… 31
解説 …… 31
LOCAL LOCKOUT …… 31
例 …… 31
解説 …… 32
REMOTE …… 32
例 …… 32
解説 …… 32
サービス・リクエスト …… 32
SRQの使用法 …… 33
ステータス・レジスタおよびステータス・バイト …… 33
SRQマスクの設定 …… 33
SPOLL …… 35
例 …… 35
解説 …… 35
TRIGGER …… 37
例 …… 37
解説 …… 37
アドバンスト・プログラムの例 …… 38
温度測定 …… 38
拡張抵抗測定 …… 38
dBm測定 …… 39
最高読み取り速度 …… 40
ステータス・バイト・コマンドの利用… 41
3478Aのプログラミング・コマンド …… 42

第4章　メインテナンス …… 47
概　要 …… 47
アクセサリ …… 47
検　査 …… 48
使用前の注意 …… 48
安全記号 …… 49
環境温度 …… 49
仕　様 …… 49
HP-IBインタフェースの接続 …… 50

目　次（つづき）

アドレス番号の選択 …… 50
ヒューズの交換 …… 50
トラブルが起こった場合 …… 52
保　証 …… 54
クリーニング …… 54
診断プログラムとフローチャート …… 55
コマンドのクイック・レファレンス・ガイド … 68

付録

A …… 62
B …… 67

表　目　次

2－1. 動作特性 …… 5
2－2. 3478Aのメッセージ …… 10
2－3. アナンシエータ …… 12
2－4. 3478Aのレンジ …… 14
2－5. 被測定抵抗に流れる電流 …… 17
2－6. セルフテスト・エラーメッセージ …… 19
3－1. ホーム・コマンド …… 28
4－1. アクセサリ …… 47
4－2. ライン電圧オプション …… 48
4－3. 仕　様 …… 59

図　目　次

2－1. 電流測定 …… 8
2－2. オートレンジ・ヒステリシス …… 15
2－3. 3478Aのリア・パネルとスイッチ …… 16
2－4. 抵抗測定 …… 17
2－5. 電圧測定 …… 22
2－6. ボルトメータ・コンプリートの使用例 …… 23
3－1. 命令の構造 …… 26
3－2. 命令の例 …… 27
3－3. ステータス・レジスタ …… 33
3－4. ステータス・バイトおよび対応するSRQ マスク …… 34
3－5. ステータス・バイト …… 36
4－1. HP-IBシステムの接続例 …… 50
4－2. 3478Aアドレス・コード …… 51
A－1. HP-IBコネクタ …… 62
A－2. インタフェースの接続とバス構成 …… 63

第1章　3478Aの概観

概　　要

新しい3478Aは，完全にHP-IBでプログラム可能なディジタル・マルチメータです。自動テストにおいても，ベンチにおいても，3478Aは直流電圧測定，真のRMS交流電圧測定，2線式あるいは4線式抵抗測定，直流またはRMS交流電流測定において，$3\frac{1}{2}$から$5\frac{1}{2}$桁の分解能をもっています。　3478Aは感度100nVから300Vフルスケールまでの直流電圧測定，300kHzまでの真のRMS交流電圧測定，感度100μΩから30MΩフルスケールまでの抵抗測定ができます。3478Aの直流電流またはRMS交流電流測定は，感度1μAから3Aまで可能です。

表示桁数を選ぶかオートゼロを使うことにより，3478Aの測定速度，測定確度が任意に決まります。　$3\frac{1}{2}$桁モードでは，3478Aは毎秒71回まで読み取りが可能です。

文字・数字両用の液晶表示（LCD）は，測定単位が明瞭に，読み易く表示されます。また，HP-IBのトーク，リスン，リモート，SRQの各ステータスもLCDに表示されます。SRQボタンは，3478Aのフロント・パネルからパーム・コンピュータにフラッグを立てるか，割り込みをかけるときに使います。

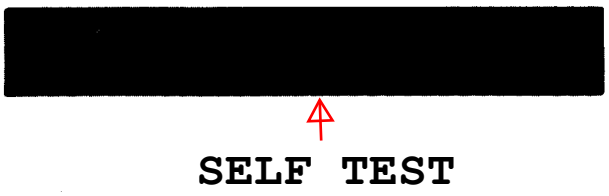
システムでの使用に便利なように，スキャナなどの他の測定器と同期をとるためのボルトメータ・コンプリートおよび外部トリガ端子を3478Aのリア・パネルに装備しています。測定端子はフロントとリアに装備されており，ベンチあるいはシステムの両方で使用し易いように設計されています。オプションのラックマウント・キットを用いて，ラックに格納することも可能です。

さらに，フロント・パネルからマニュアルで，また自動校正システムにおいてリモートで3478Aは電子的に校正されますので，内部調整は一切必要ありません。またすべての機能の校正は，カバーをはずさずに行えます。セルフテスト機能は，3478Aの内部の回路がマルチメータとして正しく作動していることを証明するものです。

電源を入れるときの注意

3478Aの電源を入れる前に，使用電源電圧と，リア・パネルの電圧オプション・ラベルが合っているかどうかをお確めください。必要なときには，第4章の設置のところをご参照ください。

ディスプレイ



電源を入れた後の3478Aの動作

3478Aは電源が入ると，完全な内部セルフテストを行います。詳しいセルフテストの説明は，第2章に示されています。セルフテストの5つの要素のうちどれか1つでも誤りがあった場合，おかしい回路の場所を認めるメッセージが表示されます。このことにより，初期故障発見時間を縮めることができます。

セルフテストがパスしなかった場合，エラー・メッセージがディスプレイに表示されますのでご注意ください。

ほんの数秒で，以上の事が完了します。セルフテストが終わった時点で3478Aは使用可能となり，下に示す状態に設定されます。

ファンクション：　DC電圧
レンジ：　オートレンジ・オン
ディスプレイ：　$5\frac{1}{2}$桁の分解能
トリガ：　内部トリガ
オートゼロ：　オン

ディスプレイ

12のアナンシエータと，アルファベットと数字の両方から成る12文字を表示することができます。また，直流電圧を表わすVDC，MΩ抵抗を表わすMOHMなどの単位を直接表示することができます。

ブルー・キー

キーを押す前にこのシフト・キーを押しますと，そのキーの上に青字で書れた機能が実行されます。

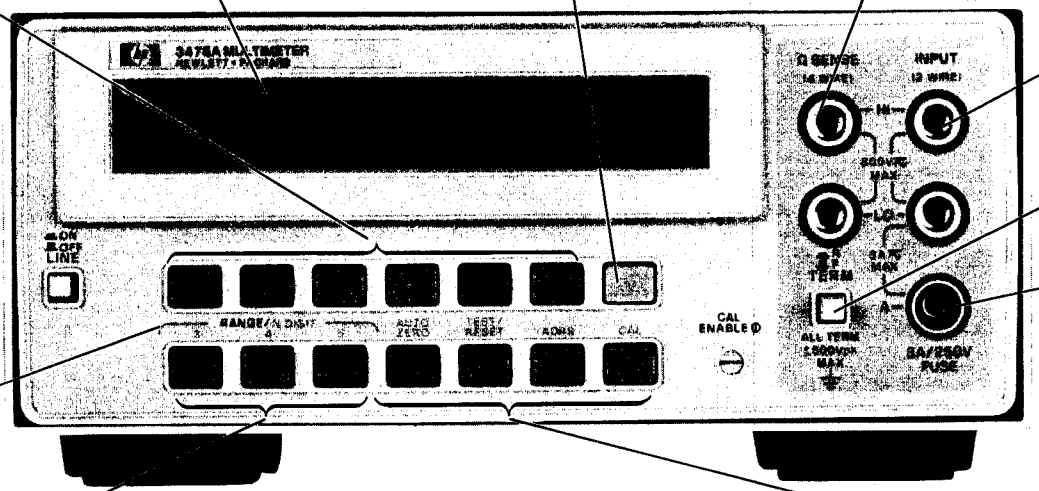
抵抗測定電圧検出端子

この端子は4線式抵抗測定を行うとき，電圧検出に使われます。

測定のためのファンクション・キー

測定項目を選ぶ時は，1列目の最初から6番目までのキーをお使いください。

- ⎓V 直流電圧測定
- ~V 交流電圧測定
- ⎓A 直流電流測定
- ~A 交流電流測定
- 2 WIRE Ω 2線式抵抗測定
- 4 WIRE Ω 4線式抵抗測定



入力端子

この端子は，電圧測定，2線式抵抗測定のときに使われます。4線式抵抗測定の場合は，電流供給端子として使われます。

フロント / リア・スイッチ

このスイッチがオフの状態では，フロント・パネルの入力端子が使用可能です。オンにしますとリア・パネルの入力端子が使用可能になります。

電流入力端子

この端子は電流入力端子で，入力ロー（INPUT LOW）端子とともに用いられます。機器の保護のため，3Aヒューズがついています。

表示桁数

レンジ・キーのシフト機能は，表示桁数を切り換えたい時に使います。これは，読み取り速度が速くなると，ノイズ除去と分解能は犠牲になるという特長を持っています。詳しくは，第2章のディスプレイ（DISPLAY）と読み取り速度（READING RATES）をご参照ください。

3 AUTO MAN このキーは3½桁モードで，読み取り速度は最も速くなりますが，分解能，ノイズ除去はよくありません。

4 ⇧ このキーは4½桁モードです。

5 ⇩ このキーは5½桁モードで，ノイズ除去は最もよく，読み取り速度は最も遅くなります。

レンジキー

これらのキーは，測定の際に適当なレンジを選ぶときに使います。マニュアル・レンジ・モードを選ぶために，どれでも好きなキーを押してみてください。マニュアル・レンジ・モードになると，ディスプレーにM RNGが表示されます。

AUTO MAN このキーは，オートレンジとマニュアルレンジを切り換えるときに使います。

⇧ このキーは，レンジを上げるときに使います。

⇩ このキーは，レンジを下げるときに使います。

これらのキーは，3478Aの特別な操作の特長を選ぶときに使われます。次の章では，これらのキーの詳しい説明をします。ブルー・シフト・キーを押せば，下段のキーの上に青字で示された機能を選ぶことができます。このシフト・キーを押しますと，ディスプレイにSHIFT と表示されます。機能が実行されるか，またはシフト・キーを再び押しますと，その表示は消えます。

INT TRIG このキーによって**内部トリガ**（Internal Trigger）を選ぶことができます。このモードにおいて，3478Aは最も速い読み取り速度でトリガをかけます。

特別な機能キー

オートゼロ（Auto Zero）は，内部のゼロ修正回路を，動作させるかさせないかを決める機能です。オートゼロをオフにすると長期安定ではなくなりますが，読み取り速度は増加します。

SGL TRIG **シングルトリガ**（Single Trigger）キーを押しますと，1回読み取りが行われ，次のトリガがかかるまで読み取りは行われません。このトリガはSGL TRIGキーを押すか，リア・パネルにある外部トリガ端子にパルスが入力されたときにかかります。

テスト / リセット（Test/ Reset）は，内部セルフテストを行い，その後で3478Aを電源を入れた時の状態に戻す機能です。セルフテストでのエラーは，すべてディスプレイに表示されます。

SRQ フロント・パネルの SRQ（サービス・リクエスト：Service Request）キーは，手動でコントローラに割り込みをかけることができるHP-IB操作です。このキーは，SRQマスクを設定することにより使用可能となります。

3478AのHP-IBの**アドレス番号**は，アドレス（ADRS）キーを押すことによりディスプレイに表示されます。

LOCAL 他のHP-IBの操作として，**ローカル**（Local）キーがあります。このキーを押すことにより，3478Aはリモート（REMOTE）モードからフロント・パネル・コントロールに切り換わります。

3478Aの特長として，全電子校正（Total electronic calibration）があります。**キャル**（Cal）キーは，これを行う一つの手段として用いられます。詳しいことは，部品番号 03478-90001の3478A サービス・マニュアルをご参照ください。

第2章　3478Aの使用法

概　要

3478Aは研究室においても，製造ラインにおいても，非常にパワフルな性能を発揮します。第1章ではその基本的な性能の特長について簡単に紹介しましたが，本章では，測定上の問題解決のため3478Aの特長がどのように生かされるかを説明します。最初に本器の動作特性の要点を示し，次に各機能の詳細な使用法が，アルファベット順に記述されています。本器の使用法を知ることにより，ベンチで単体として使う場合でもコンピュータと共に使用する場合でも，その利用価値の高さを一層よく理解していただけます。

動作特性

表2－1は3478Aの動作特性を示します。これは本器の仕様の中から主な項目だけを取り出したもので，本器の性能に関する質問の大半はこの表を見れば答えられるでしょう。なお完全な仕様は第4章に示してあります。

表2－1.　動作特性

直流電圧測定：感度100nVの30mVレンジから300Vフルスケールまでの5レンジ。入力抵抗；$>10^{10}$Ω，30mV，0.3Vおよび3Vレンジ。30V，300Vレンジでは10MΩ±1％。

交流電圧測定：感度1μVの0.3Vレンジから300Vフルスケールまでの4レンジ。真の実効値応答。クレスト・ファクタ；フルスケールのとき4：1。周波数範囲；20Hz～100kHz（30Vレンジでは300kHzまで）。
入力抵抗/容量：1MΩ±1％/＜75pF。

直流電流測定：感度1μAの0.3Aと3Aフルスケールの2レンジ。シャント抵抗；最大0.3Ω。測定端子間の電圧降下；＜0.9V，フルケスール。

交流電流測定：感度1μAの0.3Aレンジから3Aフルスケールの2レンジ。シャント抵抗；最大0.3Ω。周波数範囲；20Hz～20kHz。測定端子間の電圧降下；＜0.9V。

抵抗測定：感度100μΩの30Ωレンジから30MΩフルスケールの7レンジ。試料を流れる電流；1mA（30Ω，300Ω，3kΩレンジ），100μA（30kΩレンジ），10μA（300kΩレンジ），1μA（3MΩレンジ），100nA（30MΩレンジ）。開放時の端子間電圧；＜6.3V。

各機能の使用法

3478Aの機能を12個の項目に分けて，その使用法を詳しく説明します。各項目の最後にその機能に関するHP-IBリモート・プログラミング・コマンドを示してあります。

1. オートゼロ（AUTOZERO）
2. 校正（CALIBRATION）
3. 電流測定（CURRENT MEASUREMENTS）
4. ディスプレイ（DISPLAY）
5. 読み取り速度（READING RATE）
6. レンジ（RANGING）
7. リア・パネル（REAR PANEL）
8. 抵抗測定（RESISTANCE MEASUREMENTS）
9. テスト/リセット（TEST/RESET）
10. トリガ（TRIGGER）
11. 電圧測定（VOLTAGE MEASUREMENTS）
12. ボルトメータ・コンプリート（VOLTMETER COMPLETE）

1. オートゼロ（AUTO ZERO）

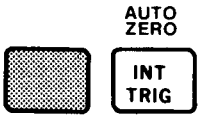
オートゼロとは

オートゼロ・キーは，3478Aの内部ゼロ機能を動作させるかさせないかを選択するキーです。オートゼロを動作させますと，おのおのの読み取りにおいて，3478Aの内部で発生したオフセット誤差を連続的にゼロにすることができます。このとき，確度は最もよくなります。しかし，オートゼロを動作させないときも，有効なアプリケーションがあります。オートゼロ・オフのとき，内部読み取り速度は約2倍になります。これは，スピードの速いプログラム可能なアプリケーションでは重要になります。さらに，3478Aの入力回路は，オートゼロ・オフのとき完全に安定状態のままです。これは，3478Aの内部スイッチング・トランジェントが読み取り確度に影響するような非常にインピーダンスの高い回路を測定するとき役に立ちます。もちろん，オートゼロ・オフの状態でレンジ，または測定モードが変化したときは，常にオートゼロの最新情報が加えられます。測定周囲温度が安定か不安定かは，オートゼロ・オフに切り換えるか換えないかを決める重要な要因となります。3478Aの周囲温度を一定に保つことにより，悪影響を与えずにオートゼロ・オフに切り換えることができます。

オートゼロが測定に与える影響

直流電圧と電流測定

3478Aの電源を一度切り，その後で再び電源を入れ，次のスイッチを押してください。



より速い読み取り速度で表示が，何度もディスプレイに表われます。また，同時にAZ OFF が表示されます。これでオートゼロは解除されます。もう一度キーを押しますと，オートゼロに戻ります。

オートゼロは，マルチメータの直流入力増幅回路の，温度などの微少オフセットを直すために用いられます。オートゼロの状態では（電源を入れるとオートゼロになる），3478Aは1回の読み取りの間にゼロ測定と入力電圧の2つの測定を行います。ディスプレイには，2つの測定の差が表示されます。ゼロ測定は3478Aの入力端子を切り離し，内部入力回路と回路のGNDとを短絡して行われます。それから入力電圧測定に切り換わります。すべての切り換えは，内部で自動的に行われます。オートゼロがオフの場合に，新しいファンクションあるいはレンジが選ばれたときは，3478Aはただちに最後のゼロ測定を行い，それをメモリにストアします。この後の入力電圧測定は，このメモリにストアされたゼロ測定値が測定された入力電圧値から引かれます。入力電圧のみが測定されますので，読み取り速度は約2倍になります。

交流電圧と電流測定

交流電圧と交流電流測定のために，直流電圧測定とは異なる入力回路を使用しています。ゼロ測定はA/Dコンバータのオフセット除去のためのみに使われます。交流電圧と交流電流測定でオートゼロをオフにすると，A/Dコンバータのゼロ測定は除かれますので，より速い読み取り速度になります。

抵抗測定

2線式抵抗測定におけるオートゼロは，直流電圧測定の場合と同様ですので，ここでは4線式抵抗測定について説明します。

ゼロ測定は，一般に入力増幅器と回路のGNDとを短絡して行われます。4線式抵抗測定モードでは，入力増幅器と4線式抵抗測定電圧検出ロー（4Wire SENSE LO）端子とを短絡して行われます。オートゼロがオンの状態で，ゼロ測定は各測定サイクルごとに行われます。オートゼロがオフの状態ではゼロ測定は更新されず，テストリードの抵抗が変化した場合，測定値に誤差が生じます。この誤差を防ぐために，テストリード抵抗が変化したときは3478Aのファンクションやレンジを切り換えることにより，新しいゼロ測定を行わさせる必要があります。

参照：ディスプレイ（積分時間）：DISPLAY（Integration Time）
読み取り速度：READING RATES

コマンド

Z0　オートゼロ・オフ（autozero off）
Z1　オートゼロ・オン（autozero off）

2. 校　正　（CALIBRATION）

校正とは

3478Aの特長の1つとして，電子式校正（electronic calibration）があります。これは，YHPのボルトメータの新しいコンセプトです。以前はボルトメータのカバーを取り外し，機械的に調整していました。現在，校正はフロント・パネルのボタンに触れたり，押したりすることにより簡単に行えます。校正の詳しい説明は，部品番号03478－90001の3478Aのサービス・マニュアルをご参照ください。

90008

校正は，3478Aに既知の電圧あるいは抵抗あるいは電流を加えることによって行われます。校正のとき3478Aは10回読み取りを行い，既知の値と10回の読み取りの平均とを比較します。既知の値に対する読み取りの値の誤差を直すために校正定数が計算され，3478Aのメモリーにストアされます。この校正定数は各レンジ，ファンクションにおいてそれぞれ計算されます。この後の測定は，この定数により補正されます。校正定数メモリーは電源を切っても保持されます。

校正を可能にする方法

3478Aのフロント・パネルにCALというラベルのついた小さなロータリ・スイッチがあります。このスイッチを垂直の位置に回転させますと，校正が可能になります。このスイッチを，専門の知識と技能をもったYHPの修理技術者以外の方は動かないでください。正しい手順で行いませんと，校正が失敗する場合があります。

コマンド　注）このコマンドについては，3478Aのサービス・マニュアルをご覧ください。

C　校正（Calibration）

3. 電流測定（CURRENT MEASUREMENT）

電流測定の方法

3478Aは，直流電流，真のRMS交流電流を0.3A，3Aの2レンジで測定することができます。機器の保護のため，3A，250Vのヒューズがついています。ヒューズが切れた場合，交換する前に第4章をお読みください。図2－1に，3478Aに使われている内部カレント・シャントとヒューズを示します。カレント・シャントを通って流れる未知の電流を電圧に変換し，その電圧を測定します。

1Aより大きい入力電流では，カレント・シャントの抵抗が発熱するため，わずかに測定値が変化することがあります。別の電流測定が行われる前に，回路を測定が完了した状態にするための十分な時間が必要です。

直流電流測定 ⎓ A

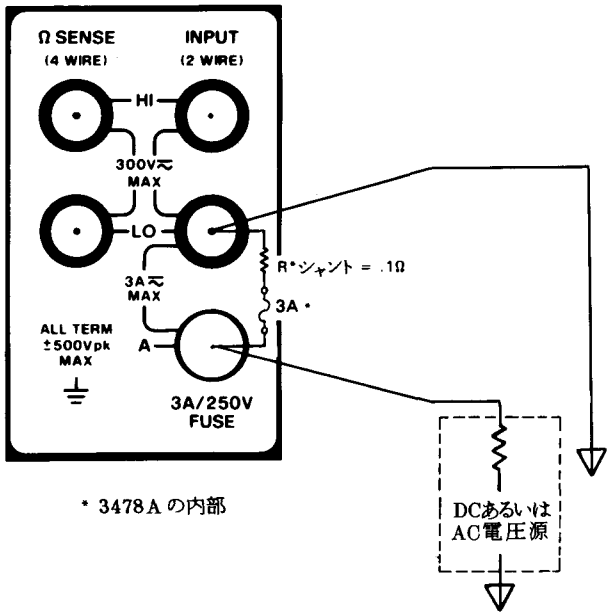
直流電流測定キーを押しますと，3478Aは直流電圧測定モードになります。電流測定をする際には，3478Aのフロント・パネルから他のテスト・リードはすべて外してください。直流電流測定のレンジは，0.3A，3Aレンジの2レンジがあります。

交流電流測定 ～ A

交流電流測定は測定機能を選ぶ際に，交流電流測定キーを使う以外は直流電流測定の場合同じです。また，測定レンジは0.3Aと3Aの2つのレンジがあります。

HP-IB コマンド

F5　直流電流測定モード
F6　交流電流測定モード



* 3478Aの内部

図2－1　電流測定

4. ディスプレイ（DISPLAY）

使用法

3478Aのディスプレイは，記号，文字，数字が12個表示できるという特長をもっています。このディスプレイは，ノーマル（NOMAL），メッセージ（MESSAGE），ユーザからのメッセージ（USER GENERATED MESSAGE）の3つのモードの中の1つに使われます。ディスプレイの下段には，SRQ，オートゼロ，2または4線式抵抗測定を表わす表示が現れます。

次のボタンを押してください。

このボタンを押しますと，3478Aはセルフテスト（ SELF TEST ）モードになります。ディスプレイに 12 の記号と，ディスプレイの下の方に 12 のアナンシエータ（SRQ，LSTN，TLKなど）が表示されます。

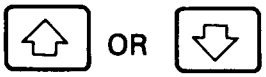
ノーマル・モード

ノーマル・モードにおいて，ディスプレイは直流電圧，抵抗などの測定結果を表示することができます。測定値はディスプレイの 2 番目から 7 番目に表示されます。ディスプレイの一番左側に，測定値の正負（＋，－）が表示されます。測定単位は，ディスプレイの最後から 4 個の記号で示されます。最大表示は，小数点も含めて 303099 までです。

次のボタンを押してください。

このボタンを押しますと，直流電圧測定，マニュアル・レンジ・モードになります。ディスプレイには“ M RNG ”アナンシエータが表示されます。

次のボタンを押してください。



これらのキーを何度も押しますと，ディスプレイの小数点が動き，直流電圧を表わすMVDCが表示されます。2 線式抵抗測定モードでこれらのキーを何度も押しますと，ディスプレイにOHM，KOHM，MOHMが交互に表示されます。

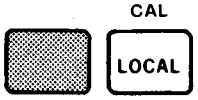
マルチメータの読み取り異常

読み取りが表示できるレンジ以上になった場合，ディスプレイに“ OVLD ”（ overload ）が表示されます。
A-Dコンバータが動作しなくなった場合，ディスプレイに“ A-D TEST FAIL ”あるいは“ A-D LINK FAIL ”が表示されます。3478Aは読み取りをしようとし続け，読み取りが成功した場合，それが表示されます。

メッセージ

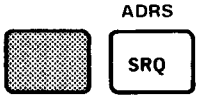
3478Aで表示されるエラー・メッセージについては，表で説明します。ここでは，ほかのメッセージについて例を上げて説明します。

次のボタンを押してください。



このボタンを押しますと，ディスプレイに“ ENABLE CAL ”が表示されます。このメッセージは，3478Aが校正される前に，校正スイッチが校正の位置にセットされていなければならないことを示します。

また，次のボタンを押してください。



このボタンを押しますと，3478AのHP-IBのアドレス番号が表示されます。

他に，いくつかのメッセージが3478Aのディスプレイに表示されます。他のメッセージを3つの項目に分け，表にしたものを次に示します。

表2－2. 3478Aのメッセージ

エラー・メッセージ（詳しくはセルフ・テストをご参照ください）

U. C. RAM FAIL
3478Aの内部RAMセルフ・テストの失敗

U. C. ROM FAIL
3478AのROMセルフ・テストの失敗で，ROMにエラーがあることを表わします。

CAL RAM FAIL
校正されていないのに，校正RAMに書き込もうとしたことを表わします。

UNCALIBRATED
校正RAMのチェックサム・エラー。3478Aの校正は疑わしい。

A-D LINK FAIL
内部プロセッサがA/Dコンバータとデータの授受ができないことを表わします。

A-D SLOPE ERR
A/Dコンバータが適当な結果を得られないことを表わします。

A-D TEST FAIL
A/Dコンバータ・セルフ・テストの失敗。

校正メッセージ（詳しくは3478Aのサービス・マニュアルをご参照ください）

CALIBRATING
CALキーが押されて，校正が実行中であることを表わします。

CAL ABORTED
不適当なキーが押された場合，オーバー・ロードあるいはA/Dコンバータにエラーが発見された場合表示され，校正は中止されます。

CAL FINISHED
校正のサイクルが終了したことを表わします。

ENABLE CAL
校正を行うためにCAL ENABLEスイッチが校正の位置になっていなければならないことを表わします。

VALUE ERROR
要求された値では校正ができないことを表わします。このメッセージは次のような場合表示されます。

1. ゼロ校正をしようとして+50000から−40000のレンジ（ $5\frac{1}{2}$ 桁モードの場合）から外れた値が読み取られた場合。
2. ゲイン校正を負電圧で行おうとした場合。
3. ゲイン校正を約±7%フルスケールのレンジから外れて行おうとした場合。
4. 交流電圧校正を行おうとして供給された電圧が3VACでなかった場合。
5. Cコマンドにより校正しようとしたが，ディスプレイに有効な数字がなかった場合。

ACI VALUE ERROR
交流電流校正の終了間際に3478Aが交流電流の校正定数を算出したとき，算出した数字がレンジから外れていた場合。これにより300mV DCレンジあるいは3A DCレンジの校正定数は有効でなくなりますが，交流電圧校正は有効です。

一般に使用されるメッセージ

HP-IB ADRS xx
　3478AのHP-IBのアドレス番号を表示します。xxは現在設定されているアドレス番号を表わし，リア・パネルにあるアドレス・スイッチにより設定を変更できます。

OVLD
　入力が設定されているレンジよりも大きい場合表示されます。

ユーザからのメッセージ

3478Aをコンピュータでコントロールしているとき，12文字までユーザ・メッセージをディスプレイに表示することができます。下にその例を示します。詳しくは第3章をご参照ください。

HP-IB コマンド

D2 text	"text"というメッセージを，ディスプレイに表示させるときに使います。
D3 text	"text"というメッセージを，ディスプレイに表示しますが，更新はされません。
D1	3478Aのディスプレイを標準にもどすときに使います。

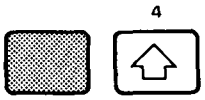
ディスプレイの桁数のかえ方

ノーマル・モードで測定値を表示しているとき，桁数，言い換えれば測定の分解能を選択することができます。これは読み取り速度に影響するだけでなく，ノーマル・モード除去比（NMR）にも影響します。

次のボタンを押してください。

このボタンを押しますと，3478Aは$3\frac{1}{2}$桁モードになります。このモードは，読み取り速度は一番速いのですが，分解能は他のモードに比べ最も低く，ノイズ除去もよくありません。このモードの積分時間は電源ライン周期の1/10周期です。

また，次のボタンを押してください。



このボタンを押しますと，$4\frac{1}{2}$桁モードになります。このモードでは，積分時間は電源ライン周期の1周期と同じ（60Hzの時16.66ms，50Hzの時20ms）です。

また，次のボタンを押してください。

このボタンを押しますと，$5\frac{1}{2}$桁モードになります。このモードでは，分解能，ノイズ除去ともに最もよくなります。また，電源ライン周期の1周期と同じ積分時間ごとに，10回の読み取りをし，それらの平均値をとります。このモードのとき，ノイズ除去は80dBです。

積分時間

前述したように，ディスプレイの桁数を変えますと，マルチメータの分解能も変わります。また，読み取り速度を決定する積分時間も変わります。これはノーマル・モード除去比（NMR）に大きな影響を与えます。3478AのA/Dコンバータは，積分形を使用しています。積分はA/D変換の間，電源ライン周期（PLC's）の整数倍に積分区間を定めることにより，ラインからのノイズの影響が平均してゼロになるような方法がとられています。積分時間は，1回の測定時間と同じではありません。積分時間は，電源ライン周期において入力電圧をサンプルする時間です。$4\frac{1}{2}$桁表示では，1積分周期に要求される時間は，1電源ライン周期（PLC）で，ライン周波数が60Hzなら16.66ms，50Hzなら20msです。積分時間は，リア・パネルの50/60Hzライン・スイッチを設定することにより決定されます。$3\frac{1}{2}$桁モードでは，積分時間は1/10電源ライン周期です。ノーマル・モード除去比（NMR）は，電源ライン周波数の交流電圧が重畳している直流電圧を，正確に測定するためのボルトメータの性能を表わすものです。3478Aのノイズ除去比は，$3\frac{1}{2}$桁表示では0dB，$4\frac{1}{2}$桁表示では59dBです。ノーマル・モード除去比が最もいいのは$5\frac{1}{2}$桁モードで，その値は80dBです。

コマンド

N3	$3\frac{1}{2}$桁表示モード
N4	$4\frac{1}{2}$桁表示モード
N5	$5\frac{1}{2}$桁表示モード

アナンシエータ（Annunciators）

ディスプレイの下側にある12の表示は，3478Aの状態を表示します。

表2－3. アナンシエータ

SRQ	SRQ表示は，3478Aがコントローラからのサービスを要求していることを表わします。詳細は第3章ご参照ください。
LSTN	"LSTN"（LISTEN）アナンシエータは，3478Aがリスナになるとき現われます。
TLK	"TLK"アナンシエータは，3478Aがトーカであることを意味します。
RMT	"RMT"アナンシエータは，3478Aがリモート・コントロールされていることを表わします。フロント・パネル・キーボードは，LOCALとSRQキー以外は働きません。詳細は第3章ご参照ください。
MATH	MATHは，3478Aでは使われません。
AZ OFF	3478Aのオートゼロ（Autozero）が行われないことを意味します。
2Ω	3478Aは，2線式抵抗測定モードであることを表わします。
4Ω	3478Aは，4線式抵抗測定モードであることを表わします。
M RNG	このアナンシエータはマニュアル・レンジ・モードであることを表わし，オートレンジは働きません。
S TRIG	このアナンシエータはシングル・トリガで，内部トリガはかからないことを意味します。ボルトメータはシングル・トリガ・キーが再び押されるか，トリガ・メッセージをインタフェースを通して受け取るまで作動しません。
CAL	CALアナンシエータは，選択されたレンジまたはファンクションで3478Aの校正が行われるとき現れます。
SHIFT	このアナンシエータは，シフト・キー（青色のキー）を押しますと表われ，フロント・パネルに青字で書かれた機能が実行可能になります。別の機能が実行されるか，またはシフト・キーを再び押しますと，この表示は消えます。

5. 読み取り速度（READING RATES）

速い読み取り速度

より速い読み取り速度が望まれる理由にはいくつかあります。たとえば，ある信号を非常に多くの点で測定するためにスキャナを用いる場合や，測定結果が出るまでのコンピュータの待ち時間を短縮したい場合，速い読み取り速度が必要になります。3478Aは，この問題を解決することができます。3478Aの最高読み取り速度に影響する要因がいくつかあります。それは電源ラインからのノイズ，ブロードバンド（broadband）・ノイズ，熱などの外乱と確度，オートレンジやオートゼロのような機能です。選択された分解能の桁数や機能，オートゼロを行うかどうかが，A/D変換の速度やタイミングを決定します。

ノイズの影響

測定しようとする信号には，測定を妨害するラインからのノイズ，ブロードバンド・ノイズの問題があります。3478Aは積分形A/Dコンバータを使用することにより，これらのノイズを除去することができます。この積分方式は，積分時間を電源ラインの1周期の整数倍に定めることにより，ラインからのノイズを平均化してゼロにすることができます。電源ライン周波数の交流電圧が重畳された直流電圧を測定するためのマルチメータの能力の尺度が，ノーマルモード除去比（NMR）と呼ばれるものです。3478Aのノーマルモード除去比は，表示桁数に左右されます。リア・パネルの50/60Hz ライン・スイッチを，正確に設定することが重要です。50Hz ライン周波数ならば，スイッチを上げ，60Hz なら下げてください。

積分時間

表示桁数を変えると，読み取りの分解能も変わります。それは，読み取り速度を決定する積分時間が変わることを意味します。積分時間は，電源ライン周期でボルトメータが入力電圧をサンプルする間の時間と同じで，1回測定する時間と同じではありません。4½桁表示では，1回の積分に要する時間はライン周波数が60Hzのとき16½ms，50Hzのとき20ms です。3½桁表示の積分時間は，4½桁表示の1/10です。3478Aのノーマルモード除去比は，4½桁表示では59dB，3½桁表示では0dBです。5½桁表示のノーマル除去比は80dBです。

NPLC = 1

オートゼロ

測定環境の温度安定度は，また大変重要な問題となります。温度が安定な環境で測定する場合，オートゼロ機能を使わなくても，確度を下げることなく約2倍の読み取り速度で測定することができます。このとき，レンジ，ファンクションが変化すると，それ以前に行われたオフセットの値は全部消去され，新たにオートゼロが行われます。

読み取り速度に影響する他の要因

1. 各読み取りごとにオートレンジを行うかわりに固定したレンジを選ぶことにより，読み取り速度を速くすることができます。

2. 交流電圧測定では，安定時間は600msです。20msと200msの安定時間が，正確な測定のために必要とされる3MΩと30MΩレンジを除いて，抵抗測定を直流電圧測定と同じ速さで行うことができます。ファースト・トリガ・コマンドT5は，ディレイを省略しますので通常のトリガ・コマンドT3と同じ速さで読み取りが行えます。オートレンジなどの理由で再び読み取りが行われると，通常のディレイが発生します。

3. 3½桁表示，オートゼロ・オフ，すべての直流電圧測定，60Hzの電源周波数，マニュアル・レンジ，ディスプレイ・オフ，正電圧の測定，内部トリガにおいて，読み取り速度は最大になります。

4. 読み取り速度はコンピュータのデータ転送時間によって左右されます。HP85コンピュータでは，ENTER命令を使用するよりもTRANSFER命令を使用する方が読み取り速度が速くなります。

6. レンジ（RANGING）

レンジとは

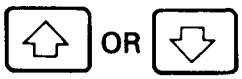
3478Aのレンジの選択はマルチメータによって自動的に，もしくはフロント・パネルのキーにより手動で行うことができます。3478Aの速いオートレンジは，速いベンチ測定を可能にします。

表示の説明

3478Aの入力端子を短絡して，次のボタンを押してください。

ディスプレイにM RNGが表示されるのを確認してください。これは，3478Aがマニュアル・レンジであることを表わします。再びボタンを押しますと，3478Aはオートレンジになります。

何度も次のボタンを押してください。



これらのボタンを押しますと，ディスプレイの小数点が動きます。また，ディスプレイにレンジが表示されます。すべての測定モードについて試してみてください。各測定モードの可能なレンジが表示されます。

ディスプレイは直続でき，小数点およびファンクション表示の組合せでレンジを表示することができます。3478Aと，色々な直流電源を接続してみてください。その際，3478Aが直流電圧測定で，オートレンジになっていることを確認してください。電源電圧を調節しましたら，ディスプレイをご覧ください。ディスプレイはレンジが変わると，一瞬何も表示されなくなります。その後，たとえば.047215VDCのように，ディスプレイに表示されたとします。これは，測定値が47.215mVdcであることを表わします。

表2－4. 3478Aのレンジ

ファンクション	レ ン ジ	ディスプレイ表示	HP－IB コ ー ド
直流電圧	30mV, 300mV 3V, 30V, 300V	MVDC VDC	R−2, R−1 R0, R1, R2
交流電圧	300mV 3V, 30V, 300V	MVAC VAC	R−2 R0, R1, R2
直流電流	300mA 3A	MADC ADC	R−1 R0
交流電流	300mA 3A	MAAC AAC	R−1 R0
抵 抗	30Ω 300Ω 3kΩ, 30kΩ, 300kΩ 3MΩ, 30MΩ	OHM KOHM MOHM	R1, R2 R3, R4, R5 R6, R7

3478Aがマニュアル・レンジ・モードのとき，入力が各レンジの許容範囲を越えた場合には，ディスプレーにOVLD（オーバーロード：overload）が表示されます。R−2が選択されたとき，各ファンクションにおいて感度は最も高くなります。

オートレンジ

オートレンジは，4½桁モードで読み取りを行います。測定点が，フルスケール（303099カウント）とフルスケールの約9％（027000カウント）の間にあるとき，その測定点を見つけるまで連続的なレンジで測定を行います。

HP-IB コマンド

RA　オートレンジ・モードの選択

オートレンジ・ヒステリシス（Autorange Hysteresis）

オートレンジ・モードにおいては，表示の読み取りが(±)303099カウントを越えた場合，3478Aはレンジを上げ，(±)027000カウントより減った場合，レンジを下げます。これは，5½桁モードのときです。これらのオートレンジ点は，小数点に関係ありません。2点間の差は，オートレンジ・ヒステリシスと呼ばれます。直流電圧の場合を図2－2に示します。ほかの測定でのオートレンジも同様です。

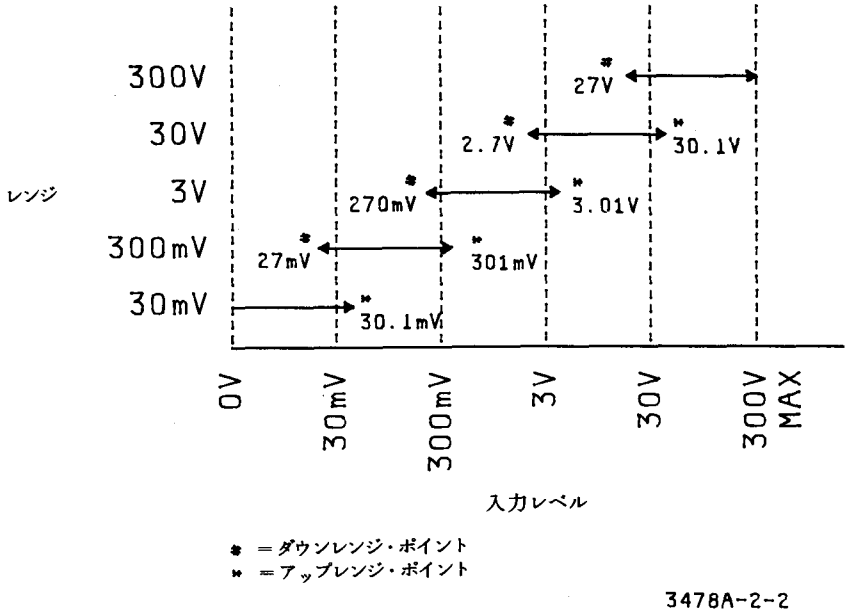


図2－2. オートレンジ・ヒステリシス

マニュアルレンジ

AUTO/MAN（オートレンジ/マニュアル・レンジ）キーを押しますと，レンジがオートからマニュアルに変わり，そのレンジの状態を保ちます。上矢印⇧キーは，3478Aのレンジを次の高いレンジに上げるキーです。下矢印⇩キーは，3478Aのレンジを次の低いレンジへ下げるキーです。どの場合でも3478Aがマニュアル・レンジ・モードならば，ディスプレイにM RNGが表示されます。

最も高いレンジあるいは低いレンジは，選択するファンクションによって決まります。たとえば，直流電圧測定での最小レンジは30mVですが，交流電圧測定は300mVです。3478Aが30mV DCレンジに設定されていた場合に交流電圧測定に切り換えますと，レンジは300mVに自動的に切り換わります。3478Aはファンクションがかわった場合，最も近接したレンジに切り換えます。

HP-IB コマンド

表2－4をご参照ください。

7. リア・パネル（REAR PANEL）

リア・パネルにあるもの

図２－３に3478Aのリア・パネルを示します。リア・パネルには，測定入力端子，2個，BNC端子が装備されています。リア・パネルの入力端子は，フロント・パネルのフロント・リア・スイッチをオンの状態にすることにより使用可能となります。２個のBNC端子のうち１個は，A/D変換が終了した場合にパルスを出力するボルトメータ・コンプリート（VM COMPLETE）端子です。もう１個のBNC端子は外部トリガ・パルスを入力するための端子（EXT TRIG端子）です。詳細はトリガ（TRIGGER）あるいはボルトメータ・コンプリート（VOLTMETER COMPLETE）をご参照ください。

リア・パネル・スイッチ

3478Aのリア・パネルには８個のスイッチがあります。このスイッチを上の位置にしますと＂１＂（オン）に設定されます。スイッチを一番左から１，２，……，８として，各々のスイッチの意味を説明します。

スイッチ１　　このスイッチは50Hz/60Hz 切り換えスイッチです。

スイッチ２　　このスイッチは使用しません。

スイッチ３　　このスイッチはパワーオンSRQ（PON SRQ）スイッチです。このスイッチが上の位置に設定されている場合，AC電源の瞬断などのように一度電源が切れ，再び電源が投入された場合にコンピュータに割り込みをかける（SRQ）機能です。

スイッチ４
〜
スイッチ８　　スイッチ４から８は，3478AのHP-IBトーク/リスン・アドレス番号選択スイッチです。3478Aのアドレス番号は工場出荷時に23に設定されています。トーク・オンリ・モードに設定する場合は，スイッチ４から８をすべて上の位置にしてください。詳しくは付録Aをご参照ください。

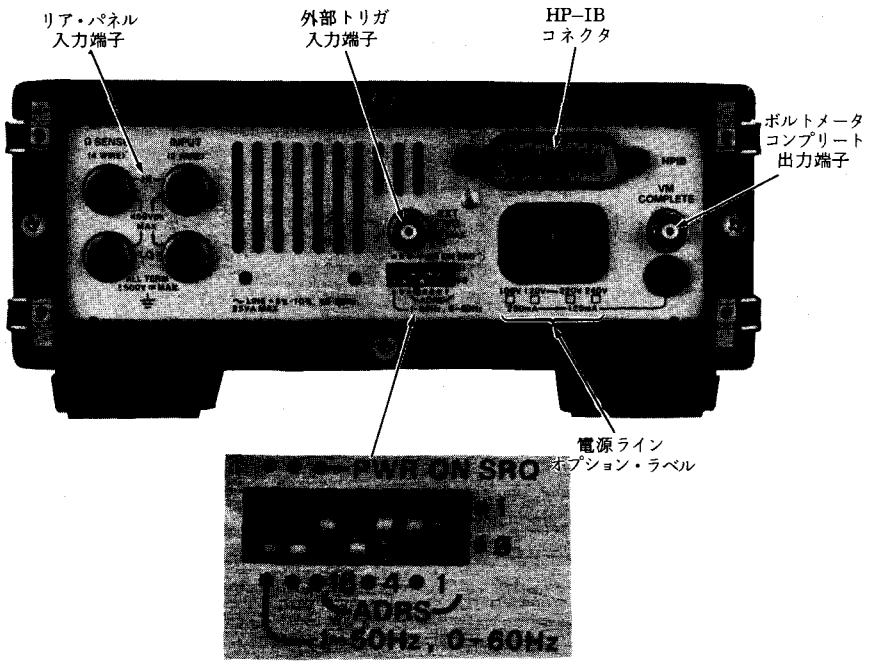


図２－３　3478Aのリア・パネル

8. 抵抗測定（RESISTANCE MEASUREMENTS）

抵抗測定

3478Aには7つのレンジがあり，100 μΩから30 MΩまで抵抗測定ができます。抵抗測定には，2線式または4線式抵抗測定があります。図2－4に抵抗測定の方法を示します。電流が3478Aより供給され，被測定抵抗に流れます。直流電圧計で被測定抵抗に生じる電圧を測定し，抵抗値を計算します。各抵抗レンジの被測定抵抗に流れる電流値を表2－5に示します。30 MΩより大きい抵抗は，拡張抵抗測定モードを使用することにより測定できます。

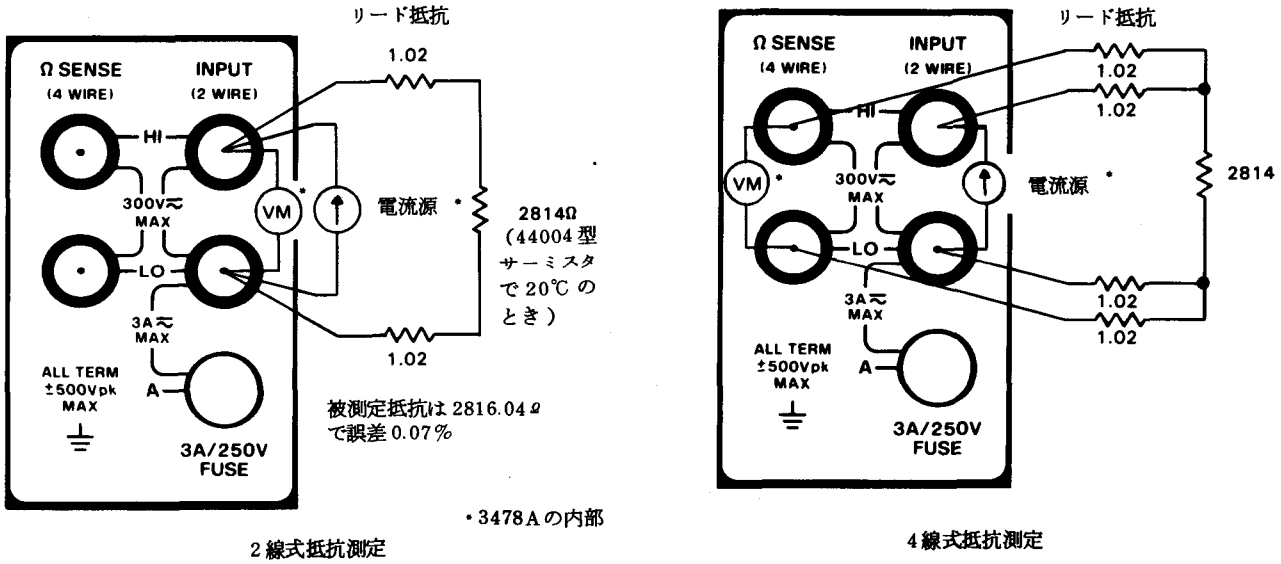


図2－4. 抵抗測定

表2－5. 被測定抵抗に流れる電流

レンジ	被測定抵抗に流れる電流値	開放端子間の最大電圧
30 Ω	1 mA	6.3 V
300 Ω	1 mA	6.3 V
3 kΩ	1 mA	6.3 V
30 kΩ	100 μA	5.8 V
300 kΩ	10 μA	5.8 V
3 MΩ	1 μA	5.8 V
30 MΩ	100 nA	5.8 V

2線式抵抗測定（2－Wire Ohms） [2 WIRE Ω]

2線式抵抗測定モードは，テスト・リードの抵抗が小さい場合によく用いられます。テスト・リードの抵抗が大きい（テスト・リードが長い）とき，2線式抵抗測定モードで測定しますと，正確な測定結果が得られません。たとえば図2－4に示されるように44004型のサーミスタで温度測定をする場合，1.2mの＃24A.W.G.銅線の抵抗は20 °Cで1.02 Ωとなります。この線が2本で，抵抗は2.04 Ωになります。この場合，44004型のサーミスタの抵抗の測定値誤差は0.1 %となります。

HP-IB コマンド

F3　2線式抵抗測定選択（あるいはH3）

4線式抵抗測定（4－Wire Ohms） 4 WIRE Ω

4線式抵抗測定では，テスト・リード抵抗によって発生する誤差を除去することができます。図2－4にこの例を示します。サーミスタを流れる電流はリード抵抗を無視したものと同じで，サーミスタの電圧のみを測定することができます。リードが長いとき，また高い確度が要求されるときには，4線式抵抗測定を行ってください。

HP-IB コマンド

F4　4線式抵抗測定の選択（あるいはH4）

拡張抵抗測定

3478Aの拡張抵抗測定は，リモート・プログラミング・コマンドF7でのみ可能となります。拡張抵抗測定は，30MΩを越える抵抗を測定するために用いられます。拡張抵抗測定モードでは，3478Aは30MΩレンジ，2線式抵抗測定モードになります。約10MΩの抵抗が，3478Aの内部で入力端子に並列に接続されます。最初にこの抵抗が測定され，入力端子に被測定抵抗が接続されると，これらの2つの抵抗の合成抵抗値が測定されます。それから，下に示されるような式で被測定抵抗の値を計算します。

$$R_x = \frac{R_i * R_t}{R_i - R_t}$$

R_xは被測定抵抗，R_iは内部10MΩ抵抗の測定値，R_tは合成抵抗の測定値です。測定に使用するテスト・リードは，ノイズを拾うのを防ぐために短かくし，できればシールドでおおうようにしてください。

被測定抵抗の測定，計算，測定値の表示のプログラムは，第3章をご参照ください。

HP-IB コマンド

F7　拡張抵抗測定モードの選択（あるいはH7）
（2線式抵抗測定モード）

測定上の注意点

1. 抵抗測定を行う場合には，なるべく短かいテスト・リードを使用してください。特に高い抵抗レンジで測定を行う場合は，シールドを施したツイステッド・ペア線をご使用ください。

2. 特に$3\frac{1}{2}$桁モードでより高精度に測定したい場合は，LO端子と3478Aのシャーシ（大地接地）とを接続してください。

3. プログラムでコントロールされた状態で，高い抵抗レンジを使うときには，安定時間を増やす必要があります。これは，スキャナと共に3478Aを使用するときにありがちな200pF以上のシャント容量が存在する場合，重要になります。必要な安定時間は，次式で表わされます。

$$-RC * \ln(P/100)$$

ここで，Rは測定する抵抗，Cは470 pFに外部容量を加えたものと等しい容量，Pは最終値の何%以内に落ち着くかを表わす数値です。たとえば，1200pFの容量をもつスキャナで3.0 MΩの抵抗を測定するとします。このとき，最終値（＝3.0 MΩ）の0.001 %以内に落ちつくとしますと，必要な安定時間は，次のように計算されます。

$$-(3*10^{6})*(1200+470)*(10^{-12})*(\ln(0.001/100))=58\text{ms}$$

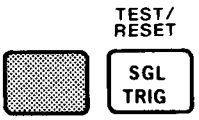
3 MΩレンジでは内部遅延は30 msですので，28から30 msの遅延時間の増加が必要となります。30 MΩレンジの内部遅延は300 msです。

9. テスト / リセット（TEST / RESET）

テスト / リセットとは

3478Aのセルフテストは，ディジタルまたはA / Dコンバータ回路のチェックを行います。何かエラーがあった場合，ディスプレイにエラー・メッセージが表示されます。セルフテストが完了すると，3478Aは電源を入れた状態にリセットされます。

次のボタンを押してください。



このボタンを押しますと，3478Aのディジタル回路の機能テストが始まります。セルフテストは，コロンの頭のドットを除いてディスプレイのすべてのセグメントが約2秒間点くことにより始まります。この後で，セルフテストが完了します。何もエラーがなかった場合，3478Aは電源を入れたときの状態に戻ります。何かエラーが発見された場合，エラー・メッセージがディスプレイに表示されます。エラー・メッセージが表示された後で，3478Aは通常の動作をしようとします。

3478Aの電源を入れたときの状態を次に示します。

ファンクション ： 直流電圧測定
レンジ ： オートレンジ
ディスプレイ ： $5\frac{1}{2}$ 桁
トリガ ： 内部トリガ
オートゼロ ： オン

表2－6. セルフテスト・エラー・メッセージ

U. C. RAM FAIL	—	マイクロプロセッサの内部RAMがエラーの場合表示されます。
U. C. ROM FAIL	—	3478Aの内部ROMがエラーの場合表示されます。
UNCALIBRATED	—	校正定数を記憶したRAMにチェックサム・エラーが発生した場合表示されます。3478Aの校正は疑わしい。
A:D TEST FAIL	—	A/Dコンバータ・エラー
A:D LINK FAIL		マイクロコンピュータがA/Dコンバータとデータの授受ができない場合表示されます。

以上についての詳細は，3478Aのサービスマニュアルをご参照ください。

HP-IB コマンド

HP-IB CLEAR命令使用（第3章をご参照ください）

10. トリガ（TRIGGER）

トリガとは

トリガは，3478Aに読み取りを行わせる簡単な方法です。3478Aには3つの有効なトリガ・モードがあります。それは，内部トリガ，シングル・トリガ，外部トリガです。3478Aはまた，コンピュータからリモートでトリガがかけられます。

ディスプレイの一番右側の小数点が，読み取りが完了するごとに点滅します。リモート・モードでこの小数点がコロンあるいはコンマで置き換えられていた場合，コロンあるいはコンマが点滅します。

内部トリガ（Internal Trigger） INT TRIG

内部トリガ・モードにおいて3478Aは可能な最大速度で読み取りを行うために，自分自身にトリガをかけます。このモードは電源を入れたとき，またはセルフテストが完了したときに自動的に選択されます。交流電圧または交流電流または最も高い2つの抵抗レンジにおける各々のA/D変換が行われる前に，トリガが加えられます。

HP-IB コマンド

T1　内部トリガ・モード選択

シングル・トリガ（Single Trigger） SGL TRIG

シングル・トリガ・モードは，フロント・パネルからマニュアルでトリガをかけられます。最初にシングル・トリガ・キーを押しますと，3478Aは1回読み取りを行い，結果が表示されます。その後，再びシングル・トリガ・キーが押されると，3478Aは1回読み取りを行い，結果が表示され，次のトリガが加わるまで読み取りを行いません。

このサンプルとホールドの特長は，混み合った回路などをプローブを用いて測定するとき役に立ちます。その方法は，まず3478Aのシングル・トリガ・キーを押します。プローブを測定したい所に接触させ，再びシングル・トリガ・キーを押し，ほかに接触しないように注意深くプローブを測定点から離して下さい。プローブを離しても，測定結果はディスプレイに表示されたままになっています。

シングル・トリガ・モードにおいてレンジあるいはファンクションを切り換えたとき，別のトリガパルスが加わるまで，3478Aのディスプレイの左側は小数点を除いて消えます。

HP-IB コマンド

T3　シングル・トリガ・モードの選択

外部トリガ

外部トリガ・モードは，3478Aのリア・パネルにある外部トリガ入力端子にパルスが入力された場合にトリガがかかること以外はシングル・トリガ・モードと同じです。トリガは立ち下がりエッジでかかり，最小パルス幅は100nS です。読み取りの最中にトリガ・パルスが入力された場合，そのパルスは無視されます。

コマンド

T2　外部トリガ・モードの選択

他のトリガ・コマンド

T4　トリガ・ホールド・モードの選択

T5　ファースト・トリガ。交流電圧，電流，抵抗測定の3M，30MΩレンジで安定時間が省略される以外はT3コマンドと同じ。

注　意

どのようなトリガ・モードにおいても，読み取りはHP-IB GETコマンドにより始まります。外部トリガは，T1，T3，T4，T5コマンドにより動作しなくなります。

11. 電圧測定（VOLTAGE MEASUREMENTS）

電圧の測定方法

ベンチで，あるいは高精度テスト・システムの一部として3478Aが使われる場合，最も頻繁に行われる測定は電圧測定です。ここに説明すること以外で必要なことがありましたら，読み取り速度，ディスプレイ，オートゼロ，トリガの各節をご覧ください。また，3478Aの仕様を表にしたものが第4章にありますので，こちらの方もご覧ください。

直流電圧測定 [⎓V]

3478Aの直流電圧測定は簡単です。直流電圧キーを押し，適当なレンジを選択するか，オートレンジにしてください。測定された電圧は，ディスプレイに直接表示されます。

HP-IB コマンド

F1　直流電圧測定モードの選択（あるいはH1）

交流電圧測定 [~V]

直流電圧測定の場合と同様に，交流電圧測定は非常に簡単に行えます。交流電圧キーと，適当なレンジ・キーを押してください。ディスプレイに，測定された電圧が直接表示されます。

3478Aには交流電圧または電流測定のために，真のRMS A/Dコンバータが使用されています。平均値応答形のマルチメータとは違って，真のRMSコンバータはノイズを含み，周期的ではない，あるいはシヌソイドではない電圧を正確に測定できます。RMSコンバータはのこぎり波，三角波，方形波，低い反復率で，高いクレストファクタ（ピーク値と実効値との比）をもったパルス列の実効値を正確に測定できます。

RMS測定は入力信号の2乗を計算したものを平均し，その平方根を求めることによって行われます。これは，波形の実効値に比例した直流電圧を測定することになります。

HP-IB コマンド

F2　交流電圧測定モードの選択（あるいはH2）

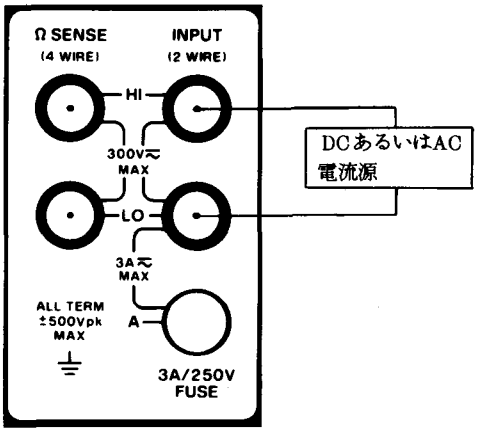


図2－5. 電圧測定

12. ボルトメータ・コンプリート（VOLTMETER COMPLETE）

ボルトメータ・コンプリートとは

3478Aのリア・パネルにあるボルトメータ・コンプリート端子は，A/Dサイクルが完了するごとにパルスを出力します。このパルスは，3478Aが次の読み取りあるいはトリガを受け取る準備が整ったことを表わします。パルスはロジック負論理（TTL）で，パルス幅は約1μSです。

ボルトメータ・コンプリートの使用法

図2－6は3478Aと3497Aデータ集録/制御ユニットを組み合わせて，ボルトメータ・コンプリートと外部インクリメント機能を用いた例です。一度接続しますと，3497Aは3478Aのボルトメータ・コンプリート端子からパルスが出力されるごとに，チャンネルをインクリメントします。

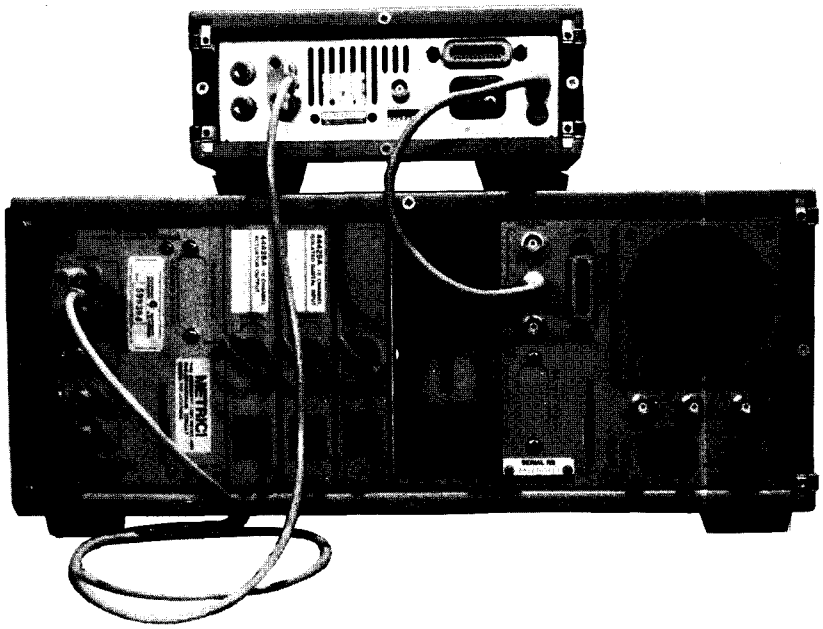


図2－6. ボルトメータ・コンプリートの使用例

第3章　リモート・プログラミング

概　要

本章では，3478Aのリモート・プログラミングについて説明します。これは，HP-IB(Hewlett Packard－Iuterface Bus)を介し，コンピュータ/コントローラを使用して行います。HP-IBまたは本章の用語について不明の点がある場合は，付録AにHP-IBの簡単な説明がありますのでご参照ください。本章をお読みになる前に，本マニュアルの第2章をお読みください。3478Aのプログラミングを行う前に，その動作特性を理解しておくことが必要です。

本章では，多くのプログラミング例が記載されていますので，プログラミングの経験がない方でも簡単に理解していただけます。プログラミング例は，HP85パーソナル・コンピュータで使用されている拡張BASICプログラミング言語で書かれています。他のコンピュータでお使いになる場合は，そのコンピュータの取扱説明書をご参照ください。

コマンドの例：3478Aにメッセージを送る

プログラミングの説明に入る前に，3478Aのディスプレイにメッセージを表示するという，簡単な例を考えます。ご使用のコンピュータが以下に記載されているものでしたら，次のようなコマンドをキー・インします。それ以外のコンピュータをご使用の場合も，この節はお読みください。以下に示すようにコマンドを正しく入力してください。

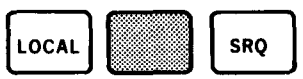
コンピュータ	キー・インするメッセージ	押すキー
HP 9825	wrt 723,"D2your name"	[EXECUTE]
HP 9835, 9845, 85	OUTPUT 723;"D2your name"	[EXECUTE] HP85では[END LINE]を押す。

コマンド"D2your name"は3478Aに，メッセージ"your name"をディスプレイに表示するよう指示します。"D2"はコマンド・コードと呼ばれます。3478Aのディスプレイには，"$,%,&,#"等のような特殊な文字も含めて最大12文字まで表示可能です。

本章の終りに，3478Aで使用するプログラム・コマンドの一覧表が掲載されています。さらに，裏表紙に，3478Aのコマンドのクイック・リファレンス・ガイドがありますのでご利用ください。

アドレス

以下のようにボタンを押してください。



3478Aは，HP-IBアドレスをHPIB ADRSXXの形でディスプレイに表示します。工場出荷時に3478Aのアドレス番号は23に設定されています。

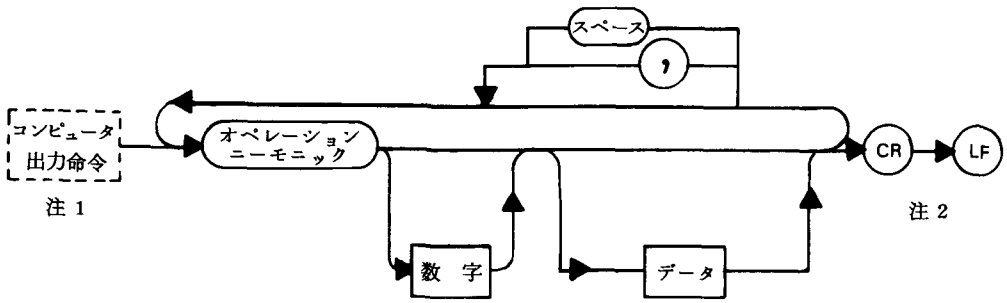
インタフェース・バスに接続される機器は固有のアドレス番号を持っており，3478Aも例外ではありません。複数の機器がバス上に接続されている場合，アドレス番号によって，コントローラはその中のある機器を識別し，データの授受を行うことが可能になります。前述の例でメッセージを表示したときステートメント“OUTPUT 723”を使いましたが，“723”はインタフェース・セレクト・コード（isc）7，および3478Aの工場出荷時に設定されたアドレス番号23を示します。3478Aのアドレス番号を変更する場合は，第4章の設置の項目をご参照ください。本章の例ではすべて，3478Aのアドレスは723としてあります（デバイス・セレクト・コード，dscとも呼びます）。

コントローラが特定の機器にトーク（talk），すなわちインタフェースを通してデータを送信することを指示する場合，その機器は“トーカに指定された”（addressed to talk）と言います。同様に，コントローラが機器にリスン（listen），すなわちバスからデータや命令を受信することを指示する場合，その機器が“リスナに指定された”（addressed to listen）と言います。3478Aはトーク，リスンの両方が可能ですが，トーク・オンリに設定することもできます。この場合はバス上から命令やデータを受信することはできません。同一バス上でトーカに指定できるのは1台の機器のみです。

3478Aに命令を送る

命令メッセージは，HP-IBデータ・メッセージの特殊な形式です（付録Aをご参照ください）。このメッセージを使用して，3478Aの状態をかえることができます。たとえば，直流電圧測定をやめて交流電圧測定を行う，あるいはステータス情報を出力させるなどを行わせることができます。本章末に，3478Aに使用する命令メッセージとその使用法を説明してありますのでご参照ください。

図3−1をご覧ください。命令メッセージは，図に示すようにオペレーション・ニーモニック，数字，データの1～3個の部分に分けることができます。オペレーション・ニーモニックは，1個のアルファベットが常に使用されます。メッセージの数字とデータ部の使用は，どのようなオペレーションを行うかによって決まります。オペレーション・ニーモニックだけを用いるコマンドの例は，“S”コマンドです。ファンクションまたはレンジ・コマンドは“F2”または“R-1”のようにニーモニックと数字を用います。“D2”，“D3”コマンドはニーモニック“D”，数字（2か3），データが必要で，データは3478Aのディスプレイに表示させるメッセージです。図は，命令がリンクされて命令のストリングを作ることも示します。



注1． 上図のコンピュータ出力命令は，命令メッセージの送られる測定器のHP-IBアドレス番号，すなわち723を含みます。またコンピュータ言語シンタックスで必要なデリミタも含まれます。デリミタは，式の区切りやリストの末尾に使われるキャラクタです。デリミタには，セミコロン，リテラル，コンマ，スペースなどがあります。命令をリンクする場合は，命令の間にデリミタを加える必要はありません。

注2． コンピュータには，出力コマンドの一部としてキャリッジ・リターン/ラインフィード（CR/LF）を自動的に送るものがあります。使用するコンピュータの出力コマンドの文法をお調べください。CR/LFはリストの末尾のデリミタです。3478Aは，D2，D3コマンド以外ではCR/LFを無視します。

図3－1. 命令の構造

プログラミングの手順

3478Aの動作に対応する適当なオペレーション・ニーモニックを決めます。たとえば，ファンクション・コードのニーモニックはF，レンジ・コードはRなどです。必要ならば，数字とデータを指定します。例をあげて命令メッセージを分析してみます。3478Aを，直流電圧測定および30Vレンジに設定するには，次のメッセージが送られます。

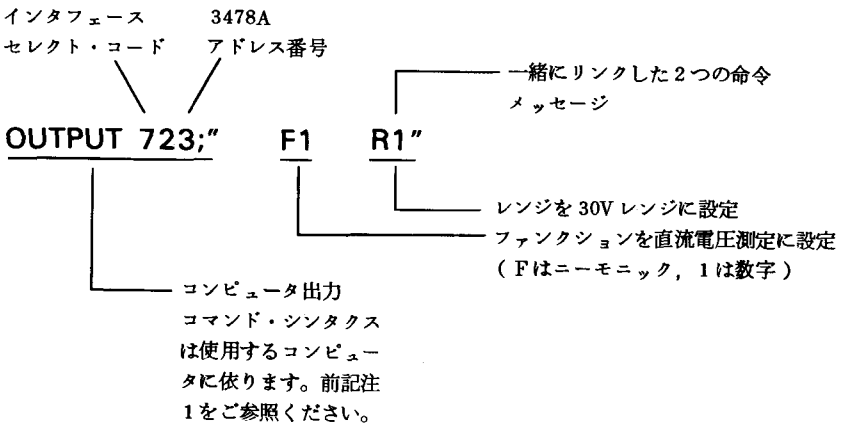


図３－２．命令の例

上例からわかるように，２つあるいはそれ以上の命令を同時に3478Aに送ることができます。次節では，3478Aのホームコマンドを説明します。

例　題

交流電圧測定を行いたいのですが，電圧が20Vと1Vの間であることがわかっています。オートゼロを使用し，測定は4½桁モードで行うことにします。これを行う命令ストリングは？

第1に，交流電圧測定なので，命令"F2"（Function 2）を使用します。正確なレンジがわからないので，オートレンジ機能"RA"（Range Auto）を使用します。オートゼロ・オンの命令は"Z1"（Zero 1）で，4½桁モードは"N4"（Number of digits 4）です。そこで，コマンド・ストリングは次のようになります。

```
"F2RAZ1N4"
```

被測定電圧が小さいことがわかっているので，オートレンジにする前に低いレンジに設定します。この場合の命令は"R-2"（Range −2）となります。ボルトメータの読み取りを1回だけとすれば，命令"T3"（Trigger mode 3）をストリングの最後に加えます。これを最後に付けることにより，読み取りが実際に行われる前に，ボルトメータを設定することが可能になります。完全なストリングは，OUTPUTステートメントを加えて，次のようになります。

```
OUTPUT 723；"F2R−2RAZ1N4T3"
```

命令は，インタフェースを通して受信される順番に実行されます。すなわち，3478Aは交流電圧測定モードに設定されてから，最低レンジとなります。最低レンジに設定されてからオートレンジとなり，オートレンジに設定されてからオートゼロ・オンとなります。最後に測定が行われます。

非常に重要な注意事項は，ご使用のコンピュータの文法を使用することです。本章であげた例はHP85などのコンピュータ用です。ご使用のコンピュータのI/Oプログラミング・マニュアルで正しい文法を調べて，上記の例でその文法をご使用ください。

ホーム・コマンド

3478Aには8個のプリセット・コマンドがあり，これを使用しますとプログラミングが大変簡単になります。このコマンドはホーム・コマンドと呼ばれるもので，3478Aを表3－1で定義される状態に設定します。上記の例では6個のコマンドでストリングを作りましたが，これは1個のホーム・コマンド"H2"でおきかえることができます。

表3－1. ホーム・コマンド

コマンド	解　　説
H0	HOME コマンド．3478Aは直流電圧測定(F1)，オートレンジ(RA)，トリガ・ホールド(T4)，4½桁表示(N4)，オートゼロ・オン(Z1)となります。インタフェースやディスプレイに出力されるべきすべての結果は消去されます。外部トリガ入力は動きません。このコマンドは"F1T4R-2RAZ1N4"と同等です。ボルトメータは，T3やT5のようなトリガ・コマンドを待ちます。
H1	直流電圧測定。　このファンクションはH0コマンドと同じですが，一回測定を行う点だけがちがいます。また3478Aがトーカに指定されていると，測定値を出力します。このコマンドは"F1R-2RAZ1N4T3"と同等です。
H2	交流電圧測定。　このコマンドはH1と同じですが，交流電圧測定を行う点が違います。"F2R-2RAZ1N4T3"と同等。
H3	2線式抵抗測定。　H1と同じですが，2線式抵抗測定を行う点が違います。
H4	4線式抵抗測定。　H1と同じですが，4線式抵抗測定を行う点が違います。
H5	直流電流測定。　H1と同じですが，直流電流測定を行う点が違います。
H6	交流電流測定。　H1と同じですが，交流電流測定を行う点が違います。
H7	拡張抵抗測定。　H1と同じですが，拡張抵抗測定を行う点が違います。

ホーム・コマンドの使用法

ホーム・コマンドは，他のコマンドと組み合わせて使用することができます。たとえば，

```
OUTPUT  723;"H1"
```

という命令を3478Aを送りますと，3478Aは直流電圧測定に設定され一回読み取りを行います。3478Aを内部トリガ・モードに設定したい場合は，次のような命令を3478Aに送ります。

```
OUTPUT  723;"H1T1"
```

内部トリガ・モードにまず3478Aを設定したい場合は，T1，H1コマンドの順で送ります。しかし，H1コマンドで内部トリガ・モードはシングル・トリガ・モード(T3)にかわります。

プログラミングのヒント

1つ以上のコマンドをOUTPUTステートメントで3478Aに送る場合は，コマンドは到着した順番に実行されます。3478Aはトリガがかかる前に測定モードが設定されていなければなりませんので，トリガ・コマンドはコマンド・ストリングの一番最後に置くのが最もよい方法です。"T3T1"の順序で3478Aに送った場合，T1コマンドが最後に3478Aに到着しますので3478Aは最終的に内部トリガ・モードに設定されます。

命令は7ビットのASCIIキャラクタ（パリティ・ビットは無視される）で3478Aに送られます。すべての小文字，スペース，コンマ，コロンは無視されますので，コマンドを理解し易い形にすることができます。ASCIIキャラクタのNULL，CL，LF，FF，VT，HTもまた無視されます。3478Aのコマンドにない他のすべてのキャラクタとシーケンスは，3478Aに受け入れられませんのでエラーが発生します。エラーについては，後で説明いたします。例として次のようなメッセージを送った場合を考えてみましょう。

```
OUTPUT 723;"Function 1 Range 1"
```

この場合は次と同じ意味に解釈されます。

```
OUTPUT 723;"F1R1"
```

複数のコマンドが3478Aに送られ，その中で文法上間違ったコマンドが含まれていた場合，そのコマンドは無効となりエラーが発生します。"FR3"のようなコマンドが3478Aに送られた場合，エラーが発生しますが3478Aはレンジ3（R3）に設定されます。サービス・リクエストのステータス・レジスタをご参照ください。

バイナリ変数が添付できるコマンド（コマンド表でXが添付されているコマンド）とD2，D3コマンドは前述のルールに従いません。256バイト（1バイトは8ビット）をバイナリ変数として，31以上のASCIIキャラクタをD2，D3コマンドに添付して送ることができます。しかし，小文字のアルファベットは，3478Aのディスプレイにアルファベットとして表示されませんのでご注意ください。

3478Aからデータを受け取る

3478Aは測定結果あるいはステータス情報を，コンピュータあるいは他の機器に送ることができます。コントローラは3478Aがデータを送ることができるように，トーカに指定する必要があります。

プログラミングのヒントのところで，3478Aを直流電圧測定，30Vレンジに設定しました。今回は測定した結果を3478Aからどのように受け取るか考えてみましょう。

```
10 OUTPUT 723;"F1R1"
20 ENTER 723;A$
30 DISP A$
40 END
```

3478Aはライン20でENTER723でトーカに指定されます。測定した結果は文字変数A$に入れられ，コントローラのディスプレイに表示されます。ご使用になるコンピュータによってI/Oプログラミングは異りますので，前述のプログラムを実行する場合はご使用のコンピュータのI/Oプログラミング・マニュアルをご参照ください。

別の例を行ってみましょう。3478Aのフロント/リア切り換えスイッチが，フロントあるいはリアのどちらに設定されているか知りたいとします。Sコマンドによってフロント/リア切り換えスイッチの設定状態を知ることができます。

次のプログラミングをキー・インして実行してみましょう

```
10 OUTPUT 723;"S"
20 ENTER 723;S1
30 DISP S1
40 END
```

読み取られた値（変数S1の値）が"0"ならばフロント/リア切り換えスイッチはリアに設定されており，"1"ならばフロントです。このプログラムを両方のスイッチの位置で実行してみてください。3478Aがシングル・トリガ・モードに設定されている場合はこのプログラムは実行できません。LOCALあるいはINT TRIGキーを押すか，3478Aをリセットしてください。

出力フォーマット

3478Aからのメッセージは，13バイトで次のフォーマットでコンピュータに送られます：

ボルトメータの読み： ±d.dddddE±dCRLF
オーバー・ロード： +9.99999E+9CRLF

キャラクタ"d"は0～9の数字を表わします。3478Aが4½桁モードの場合は，"E"の前の1桁は"0"になり，3½桁モードでは2桁が"0"になります。

3478Aインタフェース機能

これまで，特定のオペレーションを行うために3478Aをどのようにプログラムするか，またデータをどのように読み込むかを説明しました。ここでは，HP-IBコマンドおよびアドバンスト・プログラミングの例について述べます。

トーク・オンリ・モード

単純なデータ・ロガーのような3478Aの多くのアプリケーションでは，読み取りを行って測定値をプリンタのようなデバイスに出力することが必要になります。これは全部コンピュータを用いないで行うことができます。3478Aのトーク・オンリ・モードでは，測定値のプリント・アウトだけ行うことができます。

3478Aをトーク・オンリ・モードに設定するためには，3478Aのリア・パネルの5つのHP-IBアドレス・スイッチを"1"（上）ポジションに設定します。詳しくは第4章をご参照ください。測定データは，読み取りが終わるたびに出力されます。ファンクション，レンジの設定などは，フロント・パネルのキーボードから行います。

バス・メッセージに対する3478Aの応答

以下に，HP-IBコマンド（付録Aをご参照ください）と3478Aがそのコマンドに対してどのように応答するかを，アルファベット順に説明します。メッセージを送をときにHP-IBインタフェースがとる動作の詳細については，使用するコントローラのI/Oプログラミング・マニュアルをご参照ください。注記がない限り，以下の例はHP85，9835，9845コンピュー

タに適用されます。

CLEAR

例

```
CLEAR  7     （デバイス・クリア）
CLEAR  723   （セレクテッド・デバイス・クリア）
```

解　説

CLEARメッセージを受けると，3478Aはテスト/リセット・ルーチンに入ります。ルーチンが始まると3478Aは内部セルフ・テストを行います。セルフ・テストでエラーがあれば，3478Aのディスプレイに表示され，ステータス・レジスタのハードウェア・エラー・ビットが設定され，エラー・レジスタの適当なビットが設定されます。エラーがなければ，HP-IBのアドレス番号が約2秒間ディスプレイに表示されます。電源投入時の3478Aの状態は，直流電圧測定，オートレンジ，内部トリガ，オートゼロ・オン，5 1/2桁モードに設定されます。

LOCAL

例

```
LOCAL  7
LOCAL  723
```

解　説

LOCAL 723メッセージで3478Aはリモート・オペレーション・モードから解除され，フロント・パネルからのコントロールが可能になります。LOCAL LOCKOUTメッセージでディスエーブル状態になっていない限り，フロント・パネルのLOCALキーを押しても同じ状態になります。LOCAL 7では，セレクト・コード7のインタフェースに接続されているすべての機器がリモート・モードから解除されます。

3478AがLOCAL LOCKOUTに設定されたままでリモートの状態である場合は，フロント・パネル・コントロールに戻すためには，電源を切ってから再び電源を投入するか，クリア・ロックアウト/セット・ローカル(CL/SL)メッセージを実行するかの2つの方法があります。多くのコントローラでは，これはLOCALコマンド(LOCAL 7)と同じです。コマンドLOCAL 7で，このインタフェース上にあるすべての機器のLOCAL LOCKOUTが解除されます。コマンドLOCAL 723で3478Aはフロント・パネルのコントロールに戻りますが，次のREMOTEコマンド(またはOUTPUT 723)でLOCAL LOCKOUT に戻ります。

LOCAL LOCKOUT

例

```
LOCAL LOCKOUT  7
```

解　説

LOCAL および SRQ キーを含む，3478Aのフロント・パネル・キーをロック・アウトします。LOCALメッセージをマルチメータに送るか，または3478Aの電源を切ってから再投入するかして，インタフェース上で解除されるまでは，このロック・アウトは有効です。

REMOTE

例

```
REMOTE   7
REMOTE   723
```

解　説

REMOTEコマンドで，3478Aはローカルのフロント・パネル・コントロールからリモートのプログラム・コントロールにかわります。

3478Aのリモート状態というのは，フロント・パネルのキーボード（LOCAL およびSRQキーを除く）から3478Aを操作できない状態のことです。ディスプレイに REMアナンシエータが現われます。REMOTEコマンドを受け取った後も，3478Aの設定状態は受け取る前と同じです。LOCAL およびSRQキーをディスエーブルするためにはLOCAL LOCKOUTコマンドを使用します。

REMOTEコマンドを実行する必要はほとんどありません。REMOTEメッセージは，他のHP-IB動作には関係せず，RENと呼ばれるシングル・インタフェース・バス・ラインで送られます（付録Aをご参照ください）。コンピュータの中には，電源投入時またはリセット時に，RENラインを真（1）に設定するものがあります。これは，インタフェース・セレクト・コードとともに送られたREMOTE メッセージ（たとえばREMOTE 7）と同じ効果があります。実際には機器がリモート状態に入る前に，アドレスされる必要があります。従ってOUTPUT 723のように3478Aが最初にアドレスされた場合は，リモート状態になります。

サービス・リクエスト（SRQ）

3478Aには一定条件が満たされた場合，コントローラに割込みをかけるようにプログラムできる機能を持っています。勿論，コントローラも割込みに応答するようにプログラムしておく必要があります。サービス・リクエスト（SRQ）はこの機能を行うためのもので，HP-IBの他の動作には一切関係しません。SRQは，SRQラインと呼ばれるシングル・インタフェース・バス・ラインで送られます（付録Aをご参照ください）。割込みを行うためには，あらかじめ3478Aが割込みをかけるようにプログラムしておく必要があります。以下にあげる事象が起ると，3478Aが割込みをかけるようにプログラムできます。

1. 電源投入 / リセット。　3478Aの電源が投入されたとき，デバイス・クリアやセレクテッド・デバイス・クリアを受けたとき，または3478Aがリセットされたとき，コントローラに割込みをかけます。

2. 校正エラー。　校正を行ってエラーがあれば，コントローラに割込みをかけます。

3. フロント・パネル・キーボード。　フロント・パネルの SRQ キーを使用して，コントロールに割込みをかけることができます。

4. ハードウェア・エラー。　ハードウェアにエラーがあると，コントローラに割込みがかけられます。

5. シンタックス・エラー。　コントローラが間違った命令を送ると，3478Aはコントローラに割込みをかけます。

6. データ・レディ。　測定が一回完了するごとに，コントローラに割込みをかけます。

SRQの使用法

サービス・リクエスト・メッセージ（SRQ）を受け取ると，コンピュータはまずサービス・リクエストを送った機器を検索します。このために，サービス・リクエスト可能なインタフェース上のすべてのデバイスに順次シリアル・ポーリング（SPOLL）を行います。ポーリングをされると，デバイスは“ステータス・バイト”を送って応答します。ステータス・バイトは，サービス・リクエストの有無およびリクエストの性質を示すものです。ポーリングした機器のステータス・バイトでSRQを出していないことが分れば，コンピュータはインタフェース上の他の機器に順次ポーリングを行って，最後にはSRQを出した機器を検出します。この動作を行うためには，コントローラがSRQ割込みに応答できるようにあらかじめプログラムしておくことが必要です。

ステータス・レジスタおよびステータス・バイト

ステータス・レジスタを使用して，6種類の割込みの条件をモニタします。ステータス・レジスタのビットが真に設定されても，3478Aが割込みを起こさないことがあります。割込みが起こるのは，特定の条件に対してSRQマスクが設定されている場合に限ります。図3－3をご覧ください。特定条件に対してSRQマスクが設定されていて，その条件が起こるとステータス・レジスタのビット6が真になり（真というのは“1”のこと），ディスプレイにSRQアナンシエータが表示されHP-IB SRQメッセージが送られます。コントローラは，このSRQメッセージに応答するようにあらかじめプログラムしておく必要があります。

ステータス・バイトは3478Aの現在の状態を示す8ビットの信号で，割込み（SRQ）の発生の有無には関係しません。ステータス・バイトはステータス・レジスタから送られ，シリアル・ポーリングに応じて出力されます。このことは次項で述べます。

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0
電源投入リセット	SRQ	校正エラー	フロントパネルSRQ	ハードウェアエラー	シンタックスエラー	N/A（常に0）	データレディ

図3－3. ステータス・レジスタ

SRQマスクの設定

SRQマスクを設定すると，ステータス・レジスタのビット0～5をマスクできます。特に設定しない場合は，マスクの値は00となります。マスクを設定するためには，まずデータ・レディ，校正エラー，シンタックス・エラーなどのコントローラに割込みをかけるための条件を決定します。その条件に対する8進数の2桁モードを決定します。次に命令ニーモニック“M”にその8進数コードを付け加えて“Mxx”として出力します。ここでxxは8進数コードです。図3－4に，ステータス・レジスタとビット0（データ・レディ）に設定したSRQマスクを示します。

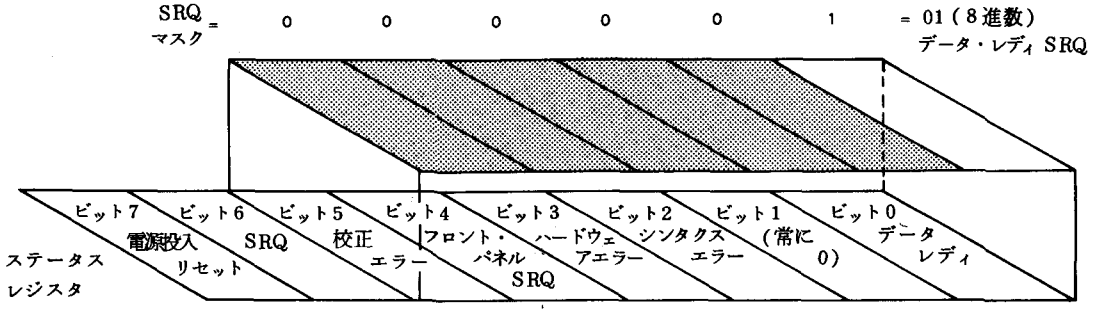


図３－４．ステータス・バイトおよびSRQマスク

例1．データ・レディ SRQ

データ・レディは3478Aの機能の１つで，これを使って測定が完了するごとにコントローラに割込みが行えます。このため，コンピュータは貴重な計算時間を無駄にして測定データを待つことなく，割込みがあるまで仕事が行えます。データ・レディ機能を活用するためには，SRQマスクでビット0を設定することが必要です。マスクのビット・パターンは次のようになります。

ビット番号	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	1
			0			1

01は8進数表示です。
（図３－４もご参照ください）

従って，コマンドOUTPUT 723；“M01”を用いてマスクをデータ・レディに設定します。これで3478Aがデータ・レディになるごとに，SRQ ラインを介してコントローラに割込みを行えます。コントローラに割込みがかかるのは，ビット0が真でデータ・レディの時に限ります。ビット１～５はマスクされていませんので，これらのビットが真になってもコントローラに割込みはかかりません。データ・レディになるとSRQアナンシエータがディスプレイに表示されます。コントローラが応答してシリアル・ポーリングを行い，CLEARコマンド，“K”コマンドを実行するかあるいは3478Aから測定データをコンピュータに入力すると，アナンシエータが消えます。

```
 10 ! DATA READY EXAMPLE
 20 ! -hp- 85 VERSION
 30 ! 3478A AT ADDRESS 723
 40 OUTPUT 723 ;"KM01"
 50 ON INTR 7 GOSUB 1000
 60 ENABLE INTR 7;8
 70 ! The body of the program go
    es here
990 END
1000 P=SPOLL(723)
1010 STATUS 7,1 ; A
1020 ENTER 723 ; R
1030 DISP R
1040 RETURN
```

ライン	解　　説
40	SRQマスクを設定。“K”コマンドでステータス・レジスタをクリア（ビット0を除く）。
50	割込み（SRQ）がインタフェース7に発生したときに，どのライン（1000行）に行くかを指示。
60	ENABLE INTR7：8は実際にHP85がSRQに応答することを可能にします。HP85のコントロール・レジスタ内では，SRQは8進数コード“8”です。
70-990	この間にメイン・プログラムが入ります。
1000	割込みサブルーチンの開始。SPOLLは，3478Aのステータス・バイトを変数“P”に戻します。ステータス・レジスタのビット6が設定されていれば，これもリセットします。
1010	STATUS コマンドで，HP85のステータス/コントロール・レジスタを読んでクリアしますので，次の割込みに応答できます。
1020-1040	ライン1020はステータス・レジスタのビット0を読んでリセットします。ライン1030でデータを表示します。ライン1040で，割込みの行われたラインにもどります。

例2. フロント・パネルSRQ

3478Aのフロント・パネル SRQ 機能によって，マルチメータのフロント・パネルから手動でコントローラに割込みを行うことができます。コマンド"M20"でSRQマスクのビット4を設定すると，この機能がイネーブルになります。この設定の後でフロント・パネルの SRQ キーを押しますと，コントローラからのサービス・リクエスト（SRQ）を行います。SRQアナンシエータがディスプレイに表示され，コントローラが応答してシリアル・ポール（あるいはCLEAR コマンド，"K" コマンド）を行うとアナンシエータが消えます。

```
 10 ! FRONT PANEL SRQ EXAMPLE
 20 ! -hp- 85 VERSION
 30 ! 3478A AT ADDRESS 723
 40 OUTPUT 723 ;"KM20"
 50 ON INTR 7 GOSUB 1000
 60 ENABLE INTR 7;8
 70 ! The body of the program go
    es here
990 END
1000 STATUS 7,1 ; A
1010 P=SPOLL(723)
1020 IF BIT(P,4) THEN DISP "SRQ
    KEY PRESSED"
1030 RETURN
```

ライン	解　説
40	"M20"ステートメントで，3478Aをフロント・パネルの SRQ キーに応答するように設定します。"K"で，ステータス・レジスタをクリアします。ただし，ビット0は除きます。
50	SRQ 割込みが発生したときに，行く場所（ライン1000）をコンピュータに指示します。
60	ENABLE INTRはコントローラを割込みに応答できるようにします。
70-990	メイン・プログラムが入ります。
1000	ライン1000は割込みサブルーチンの開始点です。STATUS コマンドでHP85のステータス / コントロール・レジスタを読んでクリアしますので，次の割込みに応答できます。
1010	SPOLLで3478Aのステータス・バイトを変数Pに戻します。さらにステータス・レジスタをクリアします。
1020	ステータス・バイト(P)のビット4をチェックして，それが"1"であることを確認します。"1"を確認すると，メッセージ"SRQ KEY PRESSED"が表示されます。"1"でなければ，割込みの原因は別にあります。
1030	プログラムを，割込みの発生したラインに戻します。

SPOLL

例

```
P=SPOLL   723   (HP85)
STATUS   723;P   (HP9835, 9845A/B)
```

解　説

シリアル・ポールによって，3478Aの現在の状態を検出できます。3478Aがシリアル・ポール信号を受信すると，そのステータス・バイト（ステータス・レジスタ）を返送します。多くのコントローラでは，設定された個々のビットの値の和とし

てステータス・バイトを表示します。たとえば，ビット7と0が設定されていれば，その和は129（ 129＝128＋1 ）として表示されます。ステータス・バイトの8ビットと各ビットの値を図3－5に示し，その後で各ビットの説明をします。

	ビット7 電源投入 リセット	ビット6 SRQ	ビット5 校正エラー	ビット4 フロント パネル SRQ	ビット3 ハードウェア エラー	ビット2 シンタクス エラー	ビット1 N/A 常に0	ビット0 データ レディ
10進数値	128	64	32	16	8	4	2	1

図3－5. ステータス・バイト

データ・レディ
ビット0　　このビットが1に設定されているとき，測定値を出力する準備が整っていることを示します。このビットが0に戻るのは，コントローラが測定値を受け取るとき，またはコマンドが実行されて3478Aの状態が変化し測定値が無効になった場合です。

ビット1　　このビットは常に0です。

シンタクス・エラー
ビット2　　このビットが1に設定されているときは，HP-IBを介して3478Aが受け取ったコマンドに，文法的に間違ったものが含まれていることを示します。

ハードウェア・エラー
ビット3　　このビットが1に設定されているときは，何らかのハードウェア・エラーが発生したことを示します。セルフ・テスト・ルーチンの誤り，A/Dコンバータの故障，校正RAMのチェック・サム・エラーなどが考えられます。3478Aのエラー・レジスタの内容を読み取れば，エラーについてより詳しく知ることができます。校正 RAMチェック・サムは，3478Aが読み取りを行うごとにチェックされます。

フロント・パネル
SRQ
ビット4　　このビットが1に設定されているときは，フロント・パネルSRQ ボタンが押されていることを示します。

校正エラー
ビット5　　このビットで，校正にエラーが生じたことを示します。校正エラーのときに1に設定されます。

サービス・リクエスト
ビット6　　このビットで，SRQ ラインを介して3478Aがサービス・リクエストを出したことを示します。このビットが1に設定されるのは，ステータス・バイトのビット0～5の状態がSRQ マスクで設定した状態と一致した場合です。リア・パネルのPON SRQスイッチがオンになっている場合は，電源投入時にも設定されます。このビットはシリアル・ポールでリセットされます。

電源投入リセット
ビット7　　このビットが1に設定されるのは，電源投入リセットが起こったときです。リア・パネルのスイッチ・ブロックのスイッチ3が"1"または上の位置に設定されると，ビット6が真となりSRQ メッセージが送られます。CLEAR コマンドまたは3478AのTEST/RESET キーを押した場合にビット7はクリアされます。3478Aにシリアル・ポーリングを行った場合もクリアされます。

上記のステータ・レジスタ・ビットは，すべてデバイス・クリア・メッセージでリセットされます。ビット6が1ならば，ビット2～7もシリアル・ポールでリセットされます。ビット6が0であるならば，3478Aは SRQ を出していないのでビットの変化はありません。クイック・リファレンス・ガイドにあるKコマンドもご参照ください。

次の簡単な練習を実行してください。

1. 3478Aをリセットします。これは電源を切り，再投入することによって行われます。SRQマスクを設定しないで，3478Aにシリアル・ポールを行ってください。使用するコントローラのコマンド構造をかならずチェックします。3478Aから返送されるステータス・バイトは，ビット0，7が1のはずです。多くのコントローラでは"129"の値を表示します。図3－5から，値129はビット0，7の10進数値の和に等しいことがわかります。ビット7が1なのは電源投入/リセットが発生したからです。ビット0は，測定が行われて，データ・レディとなったことを示します。この練習ステップでは，サービス・リクエスト・メッセージを送らなくても，ステータス・レジスタのビットが設定されることをご理解いただければ十分です。サービス・リクエストが送られると，SRQアナンシエータが表示されることにご注意ください。

2. 今度は3478Aの電源を切ります。リア・パネルのスイッチ3（電源投入SRQ）を上の位置(1)に設定します。電源を再び入れると，SRQアナンシエータがディスプレイに表示されるはずです。ここでシリアル・ポールを行います。3478Aから転送されたステータス・バイトは193の値を示します。これは，ビット7，6，0が真であるからです(128＋64＋1＝193)。ビット6が真なのは，電源投入SRQの状態になったためです。ビット7が真なのは，ステップ1と同じ様に，電源投入リセットが発生したからです。3478Aの電源を入れたとき，電源投入SRQスイッチが設定されていますので，サービス・リクエスト・メッセージ（SRQ）が送られたわけです。シリアル・ポールを行えば，SRQアナンシエータが消えます。

3. 最後に3478Aの電源を切りスイッチ3を下の位置に戻します。3478Aの電源を入れ，SRQアナンシェータがついていないのを確かめ，M01コマンドを3478Aに送ります。M01はSRQマスクをデータ・レディに設定します。SRQアナンシエータがディスプレイに現われます。再びシリアル・ポールを行いますとコンピュータに転送される値はやはり193です（ビット7，6，0）。SRQが発生したのは，SRQマスクがビット0（データ・レディ）に設定されていたからです。2回目のシリアル・ポールを行いますと，コンピュータに転送される値は65になります。ビット7は1回目のシリアル・ポールでクリアされたからです。

サービス・リクエストについて，前項で2つのプログラム例を用いてSRQ割込みを説明しましたが，2番目のフロント・パネルSRQのプログラムのライン70をGOTO60とかえてプログラムを走らせてください。ライン40は，SRQマスクをフロント・パネルSRQに設定します。3478AのSRQキーを押したとき，ライン1000以降のシリアル・ポールを実行します。

TRIGGER

例

```
TRIGGER  7
TRIGGER  723
```

解　説

3478Aがリスナに指定された場合は，TRIGGERメッセージでマルチメータは新しい読み取りを行います。TRIGGERメッセージを受け取ったとき，読み取りの途中であればその読み取りは中断され，新しい読み取りが開始されます。TRIGGERメッセージを受け取ったときに読み取りの途中であれば，それまでのA/Dサイクルが中断されて新しい読み取りが始まるため，遅れ（1/2秒以内）が生じることがあります。

アドバンスト・プログラミングの例

以下の５つのプログラム例によって，3478Aのフレキシビリティと測定機能がご理解いただけます。プログラムは，サーミスタを使用した正確な温度測定，最高読み取り速度での測定，3478Aのステータス・バイトの使用などを含みます。プログラムの開発はHP 85 パーソナル・コンピュータで行いましたが，簡単に変更して他のコンピュータで使用することができます。多くの場合，プログラムを変更してそれぞれの場合に適合できるようにヒントが付け加えられています。

温度測定

以下に示すプログラムは，サーミスタの抵抗を測定しその抵抗値から温度（℃）を計算するものです。このプログラムは，44007型[redacted]または同等品のような，25℃で5,000KΩの抵抗値を示すサーミスタで使用するためのものです。

プログラムは，サーミスタの抵抗値を測定するために２線式，４線式抵抗測定のどちらでも使用できます。下に示すプログラムでは２線式抵抗測定を行っており，厳密に言うと抵抗値にサーミスタの抵抗値のほかにテスト・リードの抵抗値も含まれています。テスト・リードの抵抗値がサーミスタの抵抗値に比べて小さい場合には，誤差は無視できる程度に小さいものですが，より正確な測定が必要な場合は４線式抵抗測定を行ってください。４線式測定に変更するためには，ライン50から！マークを取ってください。なおこのプログラムで測定できる温度範囲は－80℃～＋150℃です。

```
 10 ! TEMPERATURE MEASUREMENT
 20 ! WITH TYPE 44007 THERMISTOR
 30 ! -hp- 85 VERSION
 40 OUTPUT 723 ;"F3R4N4Z1T1"
 50 ! OUTPUT 723 ;"F4R4N4Z1T1"
 60 Q3= .0000000941
 70 Q2= .00023595
 80 Q1= .001286
 90 ENTER 723 ; B
100 Q4=LOG(B)
110 P=1/(Q1+Q4*(Q2+Q4*Q4*Q3))-27
    3.15
120 DISP P
130 GOTO 90
140 END
```

ライン	解　説
40～50	ライン40は3478Aを２線式抵抗測定に設定します。3478Aはまた30kΩレンジ，4 1/2桁表示モード，オートゼロ・オン，内部トリガに設定します。ライン50は4線式抵抗測定用で，レンジ，表示桁数，オートゼロ，トリガの設定はライン40と同じです。
60～80	この３ラインには，44007型サーミスタの温度変換係数が入ります。
90	ライン90は，3478Aから測定した抵抗値を入力します。
100～110	この２ラインは測定した抵抗値を温度(℃)に変換します。
120	計算した温度を表示します。
130	GOTO 90ステートメントは，プログラムをライン90に戻し，次の抵抗測定を準備します。

拡張抵抗測定

拡張抵抗測定機能は，F7またはH7コマンドを用いて行い，30MΩ以上の抵抗測定が行えます。拡張抵抗測定モードでは，3478Aは30MΩレンジ，２線式抵抗測定に設定されます。約10MΩの内蔵抵抗が入力端子に並列に接続されます。被測定抵抗Rxを接続しない状態でこの内蔵抵抗Riを測定し，次に被測定抵抗を接続して内蔵抵抗との合成抵抗値Rtを測定することにより，被測定抵抗Rxは次式で求められます。

$$Rx = \frac{Ri * Rt}{Ri - Rt}$$

放射性ノイズを防ぐために被測定抵抗と接続するリード線はなるべく短かくし，できればシールドされたツイスト・ペア線を用いてください。

拡張抵抗測定における内蔵抵抗の測定，合成抵抗の測定および被測定抵抗の算出と表示を行うためのプログラムを下に示します。

```
 10 ! EXTENDED OHMS EXAMPLE
 20 ! -hp- 85 VERSION
 30 CLEAR
 40 A1=723
 50 OUTPUT A1 ;"D2 OPEN TERMS."
 60 DISP "     EXTENDED OHMS EXAM
    PLE" @ DISP
 70 DISP "Extended ohms is a 2-w
    ire ohms"
 80 DISP "measurement for resist
    ances"
 90 DISP "above 30 Mohms." @ DIS
    P
100 DISP "Open the 3478A input t
    erminals." @ DISP
110 DISP "PRESS [CONT] TO BEGIN.
    "
120 PAUSE
130 OUTPUT A1 ;"H7"
140 ENTER A1 ; R1
150 OUTPUT A1 ;"D2ADD RESISTOR"
160 CLEAR @ DISP "Connect resist
    ance to be"
170 DISP "measured to the 3478A
    input"
180 DISP "terminals."
190 DISP @ DISP "      PRESS [CO
    NT]"
200 PAUSE
210 OUTPUT A1 ;"H7"
220 ENTER A1 ; R2
230 R3=R1*R2/(R1-R2)
240 OUTPUT A1 ;"D2R=";R3/10^6
250 CLEAR @ DISP "THE RESISTANCE
    IS: ";R3/10^6;"MOHMS."
260 END
```

ライン	解　説
10 ～ 40	プログラムにタイトルをつけ，HP85 ディスプレイをクリアし，変数A1を723に設定します。723は3478AのHP-IBアドレス番号です。
50 ～ 140	10MΩの内蔵抵抗を測定します。実際の測定はライン130で行われ，ライン140でコンピュータに測定値を入力します。ライン50で入力端子からすべての接続物を外すように，3478Aのディスプレイにメッセージを表示します。
150 ～ 220	これらのラインで，内蔵抵抗と被測定抵抗の合成抵抗を測定します。ライン210で3478Aは測定を行い，ライン220で測定値がコンピュータに入力されます。
230	ライン230で，前述の式を使用して被測定抵抗値を算出します。
240	抵抗値が3478Aディスプレイに表示されます。抵抗値はMΩ単位で直読できます。
250	抵抗値がHP85のディスプレイに表示されます。

dBm測定

dBm 測定のプログラムは，50Ω抵抗を基準として電力比（対数）を算出するもので，次の式が使われます。

$$dBm = 10 * LOG[(X^2/R) / 1mW]$$

Xは測定値，Rは基準抵抗（50Ω），1mWは0dBm の基準です。

```
10 ! dBm MEASUREMENT
20 ! -HP- 85 VERSION
30 OUTPUT 723 ;"H2T1"
40 ENTER 723 ; B
50 P=10*LOG(B^2/50/.001)
60 DISP P
70 GOTO 40
80 END
```

ライン	解　説
30	このラインは，ホーム・コマンドH2を使って，3478Aを交流電圧測定に設定します。T1は内部トリガです。
40	交流電圧測定値がHP85コンピュータに入力されます。
50	このラインで，測定値をdBmに変換します。
60	dBm算出値をHP85のディスプレイに表示します。
70	このラインで，プログラムをライン40に戻して，次の測定を行います。

最高読み取り速度

最高読み取り速度が得られるのは，3½桁表示，オート・ゼロ・オフ，ディスプレイ・オフ，マニュアル・レンジ，電源周波数スイッチ（ 3478Aのリア・パネルにある）を60Hzの位置に設定して，正直流電圧，電流および抵抗測定を行う場合です。ただし，抵抗測定の3M，30MΩレンジでは安定時間がかかり，最高読み取り速度にはなりませんのでご注意ください。

以下のプログラムではレンジと電源周波数を除いて3478Aを上記の条件に設定します。電源周波数は50/60Hz 電源周波数スイッチを60Hzの位置に手動で設定してください。このスイッチは3478Aのリア・パネルにあります。プログラムでは3478Aをオートレンジ・モードに設定します。被測定電圧の概略値が前もってわかっている場合は，ライン50の"RA"コマンドを適当なレンジ・コードに変更してください。

プログラムは，3478Aから100個の測定値を読み込み，バッファB$にストアします。測定値を全部ストアし終ると，測定値がHP85の内蔵プリンタにプリント・アウトされます。HP85コンピュータの場合，100個の測定値を読み込むのに約1.4秒を要します。

```
 10 ! MAXIMUM READING RATE
 20 ! -hp- 85 VERSION
 30 DIM B$[1300]
 40 IOBUFFER B$
 50 OUTPUT 723 ;"FIRAN3Z0D3"
 60 TRANSFER 723 TO B$ FHS ; COU
    NT 1300
 70 FOR I=1 TO 1300 STEP 13
 80 J=I+10
 90 PRINT B$[I,J]
100 NEXT I
110 END
```

ライン	解　説
30 ～ 40	B$を1300バイトのデータをストアできるI/Oバッファに設定します。3478Aの測定データは±d.ddddd E ±d CR LFの13バイトで出力されます。従って，100個の測定値に対して，バッファのディメンジョンは1300です。HP85ではオーバーヘッドとして8バイトをとります。
50	ライン50は，3478Aを直流電圧測定，オートレンジ・オン，3½桁表示，オートゼロ・オフ，ディスプレイ・オフに設定します。RAを変更して，適当なレンジに設定しても差支えありません。
60	TRANSFERステートメントにより，測定データを3478A（アドレス723）からI/OバッファB$に最も速く転送できます。FHSはファースト・ハンドシェークです。COUNT 1300は，1300バイトだけ受け取ることを意味します。
70 ～ 80	この2ラインで2変数I，Jを定義してB$から測定値を引き出します。3478Aの測定データは13キャラクタで構成されていますので，Iは13ステップでインクリメントします。ただし，読み取りに関係するのは最初の11キャラクタで，CRLFは無視します。従って，JはIの10キャラクタ増と定義されます。
90	ライン90は，I，Jで指定したB$のサブストリングをプリントします。
100	ライン100でライン70にプログラムを戻し，次の読み取りのためにIのインクリメントを行います。

ステータス・バイト・コマンドの利用

3478Aの現在の状態を示すために，5バイトで構成されたステータス・バイトがあります。コマンド"B"を受け取った後でマルチメータがトーカに指定されると，ステータス・バイトを出力します。それぞれのバイトの意味は，3478Aプログラミング・コマンドの表に説明されていますのでご参照ください。

以下の2つのプログラムのうち第1のものは，ステータス・バイトの2進表現を求める方法が示されています。第2のプログラムは，最初のバイトの最初の3ビットを用いて，3478Aが現在設定されている測定ファンクションを表示する方法を示します。同じような手順が，残りのビットと他の4バイトにも使えます。

```
 10 ! BINARY STATUS EXAMPLE
 20 ! -hp- 85 VERSION
 30 ! 3478A ADDRESS = 723
 40 OUTPUT 723 ;"B"
 50 ENTER 723 USING "5(1B)" ; B1
    ,B2,B3,B4,B5
 60 DISP "BYTE 1=";BIT(B1,7);BIT
    (B1,6);BIT(B1,5);BIT(B1,4);B
    IT(B1,3);BIT(B1,2);BIT(B1,1)
    ;BIT(B1,0)
 70 DISP "BYTE 2=";BIT(B2,7);BIT
    (B2,6);BIT(B2,5);BIT(B2,4);B
    IT(B2,3);BIT(B2,2);BIT(B2,1)
    ;BIT(B2,0)
 80 DISP "BYTE 3=";BIT(B3,7);BIT
    (B3,6);BIT(B3,5);BIT(B3,4);B
    IT(B3,3);BIT(B3,2);BIT(B3,1)
    ;BIT(B3,0)
 90 DISP "BYTE 4=";BIT(B4,7);BIT
    (B4,6);BIT(B4,5);BIT(B4,4);B
    IT(B4,3);BIT(B4,2);BIT(B4,1)
    ;BIT(B4,0)
100 DISP "BYTE 5=";BIT(B5,7);BIT
    (B5,6);BIT(B5,5);BIT(B5,4);B
    IT(B5,3);BIT(B5,2);BIT(B5,1)
    ;BIT(B5,0)
110 END
```

ステータス・バイト・プログラム

ライン	解　説
40	Bコマンドで，3478Aに5個のステータス・バイトを出力するよう指示します。
50	5個のバイトが変数B1～B5に入力されます。
60～100	各ラインで，1バイトの個々のビットを表示します。

```
 10 ! 3478A STATE PROGRAM
 20 ! -hp- 85 VERSION
 30 ! 3478A ADDRESS = 723
 40 F=0
 50 OUTPUT 723 ;"B"
 60 ENTER 723 USING "5(1B)" ; B1
 70 IF BIT(B1,7) THEN F=4
 80 IF BIT(B1,6) THEN F=F+2
 90 IF BIT(B1,5) THEN F=F+1
100 IF F=1 THEN G$="DC VOLTS"
110 IF F=2 THEN G$="AC VOLTS"
120 IF F=3 THEN G$="2-WIRE OHMS"
130 IF F=4 THEN G$="4-WIRE OHMS"
140 IF F=5 THEN G$="DC AMPS"
150 IF F=6 THEN G$="AC AMPS"
160 IF F=7 THEN G$="EXTENDED OHM
    S"
170 PRINT
180 PRINT "FUNCTION: ";G$
190 END
```

測定ファンクション・プログラム

ライン	解　説
40	ライン40で変数Fを設定します。
50～60	前のプログラムと同じで，このラインでステータス・バイトをコンピュータに入力します。
70～90	バイト1の上位3ビットをテストして，変数Fに数値を入れます。
100～160	変数Fの値をテストして，G$を指定します。
170～180	G$ をプリントします。

3478Aプログラミング・コマンド

タイプ	コマンド	解　　説
測定 ファンクション	F1	直流電圧ファンクション
	F2	交流電圧ファンクション
	F3	2線式抵抗ファンクション
	F4	4線式抵抗ファンクション
	F5	直流電流ファンクション
	F6	交流電流ファンクション
	F7	拡張抵抗ファンクション
レンジ	R−2	30mV DCレンジ
	R−1	300mV AC/DCレンジまたは300mA AC/DCレンジ
	R0	3V AC/DCレンジまたは3A AC/DCレンジ
	R1	30V AC/DCレンジまたは30Ωレンジ
	R2	300V DC/ACレンジまたは300Ωレンジ
	R3	3kΩレンジ
	R4	30kΩレンジ
	R5	300kΩレンジ
	R6	3MΩレンジ
	R7	30MΩレンジ
	RA	オートレンジを選択
指定したファンクションに対するレンジが無効の場合は，指定したレンジが低ければ最高感度のレンジ，指定したレンジが高ければ最低感度のレンジを選択。		
ディスプレイ	N3	3½桁表示。最高読み取り速度，ただしノイズ除去比は低い。積分時間は1電源ライン周期（PLC）。
	N4	4½桁表示。積分時間1 PLC。
	N5	5½桁表示。分解能最良，ノイズ除去比最高。積分時間は10PLC。
トリガ	T1	内部トリガ
	T2	外部トリガ。進行中の読み取りは中断，3478Aは外部トリガ・パルス発生を待機する。トリガはパルスの下降エッジでかかる。読み取りは，HP-IBのGETコマンドでも起動される。
	T3	シングル・トリガ。これで1回測定が開始される。その後の読み取りは，HP-IBのGETコマンドで起動されるが，外部トリガ・パルスでは起動しない。
	T4	トリガ・ホールド。進行中の読み取りは中断され，3478Aはアイドル状態となる。3478Aは，HP-IBのGETコマンドには応答するが，外部トリガには応答しない。
	T5	ファースト・トリガ。ファースト・トリガはT3と同じ動作を行うが，交流電圧，交流電流または高い方の2つの抵抗レンジでは，初期安定時間は省略される。オートレンジのために2回以上の読み取りが必要か，または測定のためにレンジやファンクションの変更が必要な場合は，安定時間は通常通りに生じる。

3478Aプログラミング・コマンド（続き）

タイプ	コマンド	解　　説
オートゼロ	Z0	オートゼロ・オフ
	Z1	オートゼロ・オン
ディスプレイへの書き込み	D1	D2またはD3から通常のディスプレイ・モードに復帰。
	D2 text	"D2" コマンドは，メッセージを3478Aディスプレイに表示する。メッセージには，10進数32から95までの64個のASCII キャラクタの中の任意のものを含んでよい。メッセージの長さは，ディスプレイの12キャラクタ全部を使ってよい。ピリオド，コンマ，セミコロンはキャラクタの中に入れる。コマンドの最後は，<CR>のようなコントロール・キャラクタとする。13個以上のキャラクタを送ると，余分のキャラクタはコントロール・キャラクタが受け取られるまで無視される。末尾のコントロール・キャラクタがHT, LF, FF, CR以外のものである場合はシンタクス・エラーとなる。エラーが発生するか，D1 コマンド，デバイス・クリアを受け取るかまたはフロントパネル・キーが押されるまで，D2 コマンドはディスプレイをロックする。
	D3 text	上のD2 コマンドと同様に，メッセージをディスプレイに表示する。さらに，表示されたアナンシエータを全部オフにし，ディスプレイの更新を停止する。このコマンドの実行は約30msを要し，その後でディスプレイの更新の大きいオーバーヘッドはさけられる（すなわち，読み取り速度が速くなる）。このため，一定条件で3478Aはコマンドに対する応答速度が速くなる。ディスプレイが約10分間更新されないと，画面は完全に空白となる。" LOCAL " キーを押すか，D1, D2, またはD3コマンドを実行すればディスプレイは回復する。
プリセットコマンド	H0	ホーム・コマンド。このコマンドは，3478Aを直流電圧ファンクション，オートレンジ，シングル・トリガ状態，4 1/2 桁表示，オートゼロ・オンに設定する。インタフェースやディスプレイに出力されようとしていた結果はすべて消去される。外部トリガ入力は働かない。"F1T4R-2RAZ1N4" と同等。
	H1	直流電圧測定。このコマンドで直流電圧測定が1回行われる。その後で，コントローラの入力コマンドにより結果をコントローラに入力可。このコマンドは，H0 コマンドと同様，ただしトリガ可能。" F1R-2RAZ1N4T3 " と同等。
	H2	交流電圧測定。このほかはH1 と同じ。
	H3	2線式抵抗測定。このほかはH1 と同じ。
	H4	4線式抵抗測定。このほかはH1 と同じ。
	H5	直流電流測定。このほかはH1 と同じ。
	H6	交流電流測定。このほかはH1 と同じ。
	H7	拡張抵抗測定。このほかはH1 と同じ。

3478Aプログラミング・コマンド（続き）

タイプ	コマンド	解　　説
バイナリ・ステータス	B	バイナリ・ステータス。3478Aが，"B"コマンドを受け取った後でトーカに指定されると，5バイトを出力して現在プログラムされた状態を表示する。さらに，エラー・レジスタ（バイト4）をクリアする。5バイトの意味は以下の通り。 バイト1：ファンクション，レンジ，桁数。 ビット7, 6, 5の8進数値＝1ならば，直流電圧測定 ＝2ならば，交流電圧測定 ＝3ならば，2線式抵抗測定 ＝4ならば，4線式抵抗測定 ＝5ならば，直流電流測定 ＝6ならば，交流電流測定 ＝7ならば，拡張抵抗測定 ビット4, 3, 2の8進数値＝1ならば，30mV DC，300mV AC，30Ω，300mA AC/DC，拡張抵抗 ＝2ならば，300mV DC，3V AC，300Ω，3A AC/DC ＝3ならば，3V DC，30V AC，3kΩ ＝4ならば，30V DC，300V AC，30kΩ ＝5ならば，300V DC，300kΩ ＝6ならば，3MΩ ＝7ならば，30MΩ ビット1, 0の8進数値　＝1ならば，5 1/2 桁モード ＝2ならば，4 1/2 桁モード ＝3ならば，3 1/2 桁モード バイト2：ステータス・ビット ビット7＝常にゼロ ビット6＝1ならば，外部トリガ・イネーブル ビット5＝1ならば，校正RAMイネーブル ビット4＝1ならば，フロント/リア・スイッチはフロント・ポジション ビット3＝1ならば，3478Aは50Hz動作に設定 ビット2＝1ならば，オート・ゼロ・イネーブル ビット1＝1ならば，オート・レンジ・イネーブル ビット0＝1ならば，内部トリガ・イネーブル バイト3：シリアル・ポール・マスク（SRQ） ビット7＝1ならば，最後に電源が投入されたまたはデバイス・クリア・メッセージを受けたときに，PON SRQ スイッチがオンの状態。 ビット6＝常にゼロ ビット5＝1ならば，校正手順にエラーがあった場合にSRQ ビット4＝1ならば，フロント・パネルのSRQキーをおした場合にSRQ ビット3＝1ならば，ハードウェア・エラーが発生した場合にSRQ ビット2＝1ならば，シンタクス・エラーが発生した場合にSRQ ビット1＝使用しない。 ビット0＝1ならば，データ・レディの場合にSRQ

3478Aプログラミング・コマンド（続き）

タイプ	コマンド	解　　説
バイナリ・ステータス（つづき）	B	バイト4：エラー情報 ビット7＝常にゼロ ビット6＝常にゼロ ビット5＝1ならば，A/Dリンクに故障発生 ビット4＝1ならば，A/Dが内部セルフテストでエラー発生 ビット3＝1ならば，A/Dスロープ・エラー発生 ビット2＝1ならば，ROMセルフテストにエラー発生 ビット1＝1ならば，RAMセルフテストにエラー発生 ビット0＝1ならば，CAL RAM ロケーションのチェック・サムにエラーがあったか，または選んだレンジにチェック・サム・エラーがあった場合に，セルフテスト・ルーチンによりこのビットが設定される。 バイト5：DAC値 このバイトは，0～63の10進数値を含む。これは内蔵DAC（ディジタル・アナログ・コンバータ）の設定に関するもので，主な目的は診断のため。
	K	シリアル・ポール・レジスタをクリア。このコマンドは，シリアル・ポール・レジスタのビット1～5および7をクリア。ビット0は常に現在の状態を示すもので，このコマンドの影響を受けない。ビット6は，ステータス・レジスタのビット0とSRQマスクのバイナリANDによって，設定(1)またはクリア(0)。ビット6は，シリアル・ポールによりリセットされる。
	E	エラー・レジスタ。このコマンドで，コントローラは3478Aのエラー・レジスタを読むことができる。このレジスタの説明については，上記Bコマンドのバイト4を参照。Eコマンドは，エラー・レジスタを2つの8進数として出力した後に，CR，LFを加える点がBコマンドとは異なる。Eコマンドはエラー・レジスタをクリアする。
	Mxx	SRQマスクを8進数値xxに設定。パラメータは必らず2桁とする。8進数値xxに相当するビット0～5が設定される。
	S	フロント/リア・スイッチの位置を検出。3478Aが，Sコマンドを受けた後でトーカに指定されると，フロント/リア・スイッチの位置がフロントかリアであるかによって，それぞれ"1"または"0"<CR><LF> を出力する。スイッチの位置は，マルチメータが読み取りを行う場合にのみ検出される。
校正	C	校正。3478Aサービス・マニュアル参照。

第4章　メインテナンス

概　要

3478Aは使い易く，確度，信頼性とも高いディジタル・マルチメータです。本器は機械的または電気的欠陥をなくし，正しく動作するように出荷前に十分な点検が行われています。

この章には3478Aの設置の際に行うことについて説明されていますので，3478Aを設置する前にこの章をお読みください。またこの章には，仕様，保証，マルチメータがうまく動作しないときや修理のためのサービスをしてもらいたいとき，クリーニングをしたいときなどに何をすればよいかについて説明されています。

アクセサリ

3478Aに有用なアクセサリを表5－1に示します。これらのアクセサリは，3478Aの使い易さを増します。

表4－1．アクセサリ

アクセサリ番号	解　　説
10023A	温度プローブ
10631A	HP-IBケーブル（1m）
10631B	HP-IBケーブル（2m）
10631C	HP-IBケーブル（4m）
10631D	HP-IBケーブル（0.5m）
11000A	テスト・リード，両端がデュアル・バナナ
11002A	テスト・リード，デュアル・バナナ-デュアル・ワニロ
11003A	テスト・リード，デュアル・バナナ-プローブとワニロ
11096B	RFプローブ
34111A	高電圧プローブ
34118A	テスト・リード，安全ガード・リング付バナナ-プローブ
オプション907 （5061－1088）	フロント・ハンドル・キット
オプション908 （5061－0072）	ラック・マウント・キット
オプション901	取扱説明書とサービス・マニュアルの追加（英文） 部品番号03478－90000，03478－90001

検　査

3478Aは工場から出荷される前に，欠陥，傷がないように，受領の際に正常な動作をするように十分な点検が行われます。しかし，配送の際に何らかの損傷が発生する場合がありますので，受領の際には十分点検を行ってください。3478Aの電気的性能のチェックの手順は，3478Aのサービスマニュアル（部品番号03468 - 90001 ）に示されています。もし何らかの機械的損傷があった場合あるいは中身が完全でなかった場合，あるいは3478Aが性能テストにパスしなかった場合は，最寄りの YHP 営業所または代理店（住所，電話番号は巻末にあります）にご連絡ください。また積荷の外装に何か損傷があった場合あるいはクッションに圧力が加わった跡がありましたら，担当の YHP 営業所または代理店にご連絡ください。

使用前の注意

電　源

3478Aは100，120，220あるいは240V AC（－10%，+5%），48Hzから440Hzまでの信号位相の電源が必要です。最大消費電力は25VAです。

ライン電圧の選択

3478Aのリア・パネルにあるライン電圧オプションラベルをご覧ください。ラベルの印をつけられたオプションが地域で指定されたライン電圧と一致していることをお確かめください。また，リア・パネルの最も左にあるスイッチ（ 50/60Hz スイッチ）が，適当な位置（ 50Hz ならば上，60Hz ならば下）になっているかお調べください。表４－２に電源オプションを示します。

表４－２．ライン電圧オプション

オプション番号	ライン電圧	周　波　数	電源ライン・ヒューズ
315	100	50	250mA （2110－0004）
316	100	60	250mA
325	120	50	250mA
326	120	60	250mA
335	220	50	125mA （2110－0318）*
336	220	60	125mA
345	240	50	125mA
346	240	60	125mA
			*スロー・ブロー・ヒューズ

注　意

電源コードを本器に接続する前に，使用電源が本器のリア･パネルに表示してある電源仕様を満足していることを確認してください。ライン電圧オプションを換える場合は，専門の知識と技術をもったYHPの修理技術者におまかせください。

接　地

電撃事故を防止するため，本器のケースおよびキャビネットをコンセントを通して接地する必要があります。本器には3芯電源ケーブルが付属しています。この電源ケーブルを3極電源コンセントに接続するか，あるいは接地端子をもたない電源コンセントを使用するときには，接地するためのリード線（緑色）のついた3極－2極変換アダプタを用い，このリード線を接地してください。電源ケーブルの電源ジャックとプラグは，IEC 安全基準に適合しています。

安全記号

本器には，次のような安全記号が表示してあります。

この記号は本器のリア･パネルに表示されています。これは本器が損害を受けるのを防ぐために，説明書を参照する必要があることを表わします。

交流

直流

環境温度

3478Aを校正するときは，環境の温度に注意してください。表4－3に示されるような仕様を満足するために，3478Aを校正したときの温度の±5℃の範囲内で動作してください。また動作温度は0℃～＋55℃の範囲内でなければなりません。

警　告

電気的事故や火災の危険を防止するために，本器を雨の中や湿気の多い所に放置しないようにご注意ください。

仕　様

3478Aの仕様を表4－3に示します。そこには3478Aの色々な性能やその限界が示されています。また，いくつかの3478Aの特性が追加されていますので，この表を見ることにより3478Aの性能をご理解いただけます。

製品の改良，NBSに対するトレーサビリティーの変化に伴い仕様がかわった場合には，マニュアル・チェンジ・シートによって補足されます。

HP−IBインタフェースの接続

3478AのHP－IBインタフェースの接続は，リア・パネルにある24ピンHP－IBコネクタへインタフェース・ケーブルを接続することによって行われます。下の写真は，コンピュータとほかの機器とを互いに接続した例ですが，機器同士の接続は3本のインタフェース・ケーブルで行われます。ケーブルの先端部には雄・雌コネクタがついていて，ほかのHP－IBケーブルと接続が可能です。同じHP－IBインタフェースで15台もの機器を（コントローラを含めて）接続することができます。しかし，一連の機器を接続するとき，ケーブルの最大の長さは2メートル×接続機器台数または20メートルのいずれか小さい方を越えてはなりません。

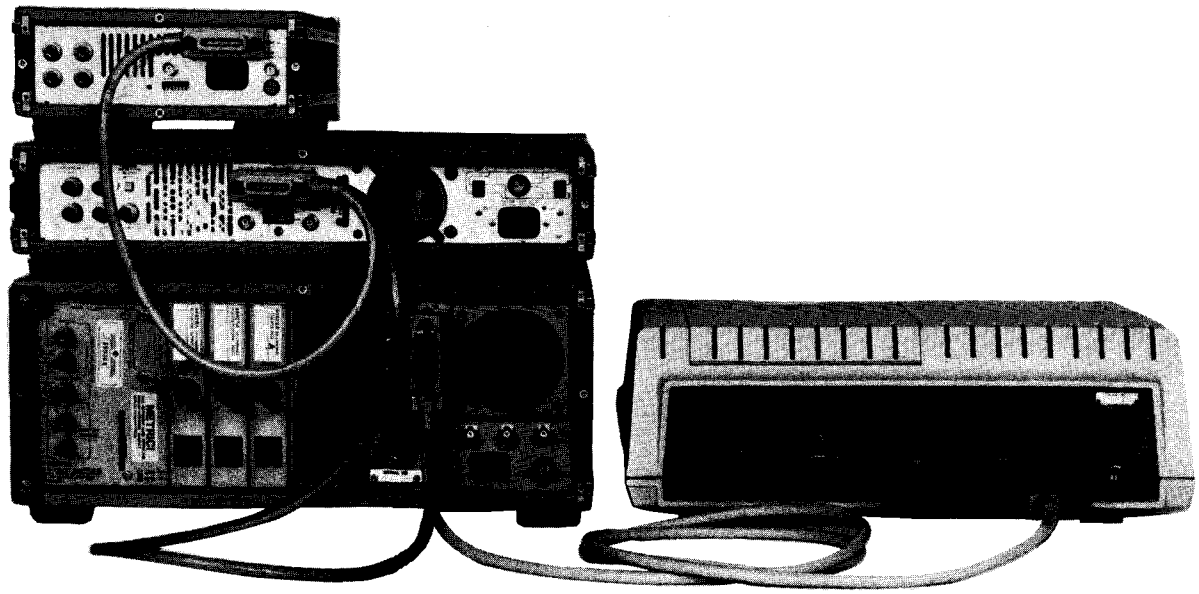


図4－1. HP−IBシステムの接続例

アドレス番号の選択

3478Aのアドレス番号は，リア・パネルにある5個のスイッチの設定によって決まります。電源投入時，ADRSキーが押されたとき，インタフェースを通してCLEARメッセージが受け取られたとき，5個のスイッチの設定状態が検出されます。5個のスイッチをすべて上の位置(1)に設定しますと，3478Aはトーク・オンリ・モードになります。3478Aのアドレス番号は，工場出荷時に23に設定されています。対応するASCIIコードは，リスン・アドレス・コードが7，トーク・アドレス・コードがWです。図4－3に工場出荷時のスイッチの設定状態が示されていますのでご参照ください。

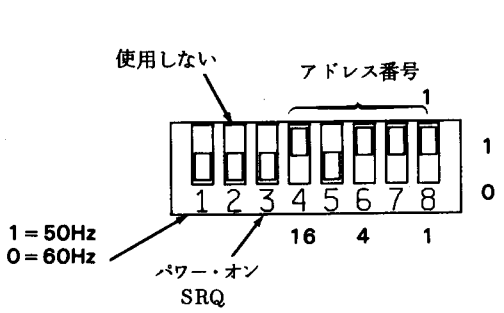
ヒューズの交換

電流入力端子ヒューズ

電流入力端子ヒューズは，マルチメータのフロント・パネルの電流（A）入力端子の内側にあります。ヒューズを取り換えるときは，まず電流入力端子からケーブルをはずし，それからマルチメータの電源スイッチを切ってください。電流入力端子に溝が掘ってありますので，それを使って端子を左方向に回わしますとフロント・パネルから端子とヒューズがはずれます。取り換えるヒューズは，部品番号2110－0003の3A/250Vヒューズをお使いください。

電源ライン・ヒューズ

電源ライン・ヒューズは，3478Aのリア・パネルの右下にあります。ヒューズを交換する場合は，3478Aの電源を切り，電源ケーブルを3478Aから外してください。マイナス・ドライバを用いてヒューズ端子を左方向に回しますと，ヒューズが外れます。交換するヒューズは表4－2をご参照ください。



図は工場出荷時のアドレス番号23を示します。このアドレス番号はプライマリ・アドレス（Primary Address）と呼ばれます。

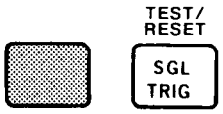
ASCIIコード		アドレス・スイッチ					5ビット	
リスン	トーク	A4	A5	A6	A7	A8	10進コード	
SP	@	0	0	0	0	0	00	
!	A	0	0	0	0	1	01	
〃	B	0	0	0	1	0	02	
#	C	0	0	0	1	1	03	
$	D	0	0	1	0	0	04	
%	E	0	0	1	0	1	05	
&	F	0	0	1	1	0	06	
'	G	0	0	1	1	1	07	
(	H	0	1	0	0	0	08	
)	I	0	1	0	0	1	09	
*	J	0	1	0	1	0	10	
+	K	0	1	0	1	1	11	
'	L	0	1	1	0	0	12	
−	M	0	1	1	0	1	13	
.	N	0	1	1	1	0	14	
/	O	0	1	1	1	1	15	
0	P	1	0	0	0	0	16	
1	Q	1	0	0	0	1	17	
2	R	1	0	0	1	0	18	
3	S	1	0	0	1	1	19	
4	T	1	0	1	0	0	20	
5	U	1	0	1	0	1	21	
6	V	1	0	1	1	0	22	
7	W	1	0	1	1	1	23	←工場出荷時
8	X	1	1	0	0	0	24	
9	Y	1	1	0	0	1	25	
:	Z	1	1	0	1	0	26	
;	[	1	1	0	1	1	27	
<		1	1	1	0	0	28	
=	]	1	1	1	0	1	29	
>	~	1	1	1	1	0	30	
トーク・オンリ		1	1	1	1	1		

セレクト・コードは1～12の整数をとることができます。プライマリ・アドレスは0～30の整数をとることができます。31は正当なHP-IBアドレスではありません。

図4－2. 3478Aアドレス・コード

トラブルが起こった場合

3478Aがうまく動作しないと感じられたときには，次に示すボタンを押してセルフテストを行ってください。



セルフテストが始まりますと，コロンの頭のドットを除いてすべてのセグメントが約2秒間点灯します。セルフテストで何も間違いが発見されない場合には，電源を入れたときの状態に戻ります。詳しくは第2章のセルフテスト（Self Test）の

セルフテストが失敗しますと，ディスプレイに何も表示されないかあるいはフロント・パネルのキーを押しても何の反応も示しません（3478Aはリモート・モードではない）。その場合には3478Aの電源スイッチを切り，次のようなことを行ってください。

1. すべてのケーブルをはずしてください。

2. その地域で指定されたライン電圧と，3478Aのリアパネルの印のついたライン電圧オプションがあっているかどうか確かめてください。

3. 正しいヒューズが取り付けられているかどうか確認してください。

4. AC電源コードがおかしくないかどうか調べて，3478AのACコンセントに差し込んでください。

5. 3478Aの電源スイッチを入れて，ディスプレイを注視してください。マルチメータの電源がオンになるとディスプレイに"SELF TEST OK"が表示され，直流電圧測定モードで読み取りを始めるはずです。もしセルフテストのどんな部分でも失敗した場合には，ディスプレイにエラーメッセージが表示されます。

6. ディスプレイがもとに戻らなかった場合や，あるいはセルフテストが失敗した場合には修理の必要がありますので，最寄りのYHP営業所または代理店にご連絡ください。住所，電話番号は巻末にあります。

診断プログラム

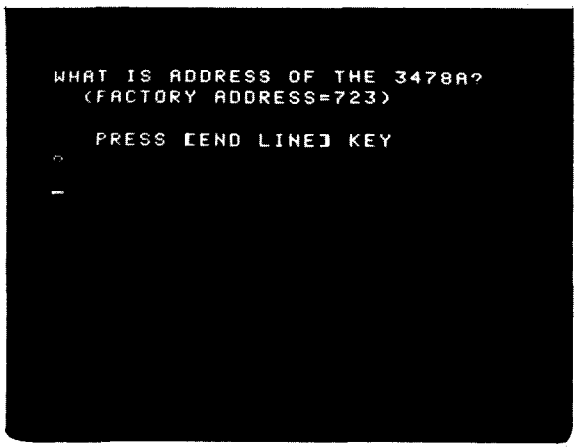
この章の最後に，3478Aの診断プログラムのリストが掲載されています。このプログラムはHP85コンピュータ用に書かれていますが，他のコンピュータ用にプログラムを変換するときに便利なようにフローチャートも記載されています。完全な3478Aのトラブル・シューティング用ではありませんが，トラブル・シューティングの際に役立つ情報がこのプログラムを実行することにより得られます。

プログラムを実行する前に，3478Aに接続されている線はHP-IBケーブル，電源ケーブルを除いてすべて外してください。以下の動作をコンピュータのディスプレイに表示されるメッセージに従って行ってください。

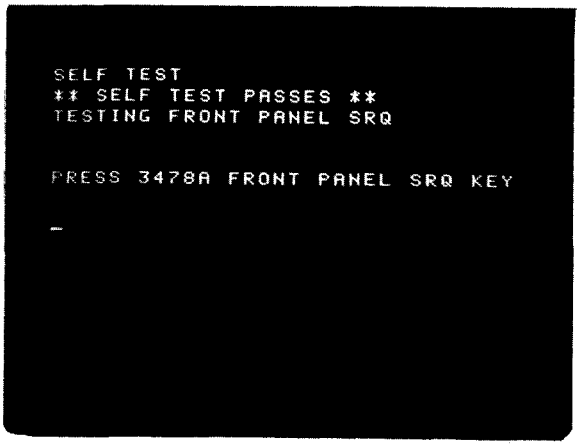
ステップ1　　"CONT"キーを押してください。

```
3478A VERIFICATION PROGRAM

1. REMOVE ALL INSTRUMENTS
   FROM THE BUS EXCEPT 3478A
2. DO NOT PRESS ANY 3478A
   KEYS DURING THIS TEST
   UNTIL INSTRUCTED TO DO SO
3. REMOVE ALL INPUT CABLES
   FROM THE 3478A.

TEST PROGRESS IS SHOWN ON THE
DISPLAY, ERRORS ARE NOTED ON
THE PRINTER. PRESS [CONT] KEY
TO BEGIN.
_
```

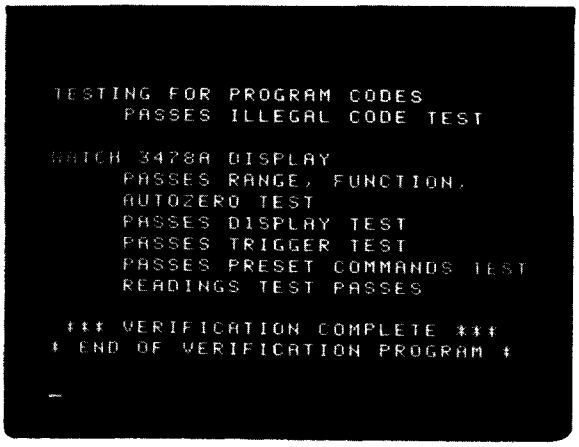
ステップ2　3478Aのアドレス番号が723の場合END LINE キーを押してください。アドレス番号が異なる場合は，その番号をキー・インしてからEND LINEキーを押してください。



ステップ3　3478AのSRQ キーを押してください。コンピュータはキーが押されるまで10秒ごとにBEEP を鳴らします。



ステップ4　3478Aのディスプレイを見るようにコンピュータのディスプレイに表示されます。最後にすべてのテストがパスしたことが表示されます。



診断の内容

診断1.　セルフ・テスト

診断1は，3478AのHP-IB　CLEAR命令に対する応答と，内部セルフテストの実行を診断します。

診断2. プログラム・コード

この診断は，3478AがSRQを送りコンピュータがそれに応対することによって始まります（フロント・パネルSRQ）。次に3478Aに間違ったコマンドを送り，3478Aがそのコマンドを受け入れないことを確認します。その後すべての可能なオートゼロ，ファンクション，レンジを組み合せたコマンドが3478Aに送られます。さらにすべてのディスプレイ・モード，トリガ・モード，その他のコマンドがテストされます。最後に2回読み取りが行われます。2番目の読み取りは，2線式抵抗測定モードのオーバーロード・テストに使用されます。

保　証

当社およびヒューレット・パッカード社の製品は納入後一年間保証いたします。この期間中，当社の責任による故障につきましては無料で部品の交換または修理をいたします。

本器を修理のためにYHPに返送される場合は，所有者と，必要な修理の種類とを明記し，モデル番号と計器番号を書いた札を本器に付けてください。YHPとのご連絡には，すべてモデル番号と計器番号をお知らせください。また何かご質問がありましたら最寄りのYHP営業所または代理店にお問合わせください。

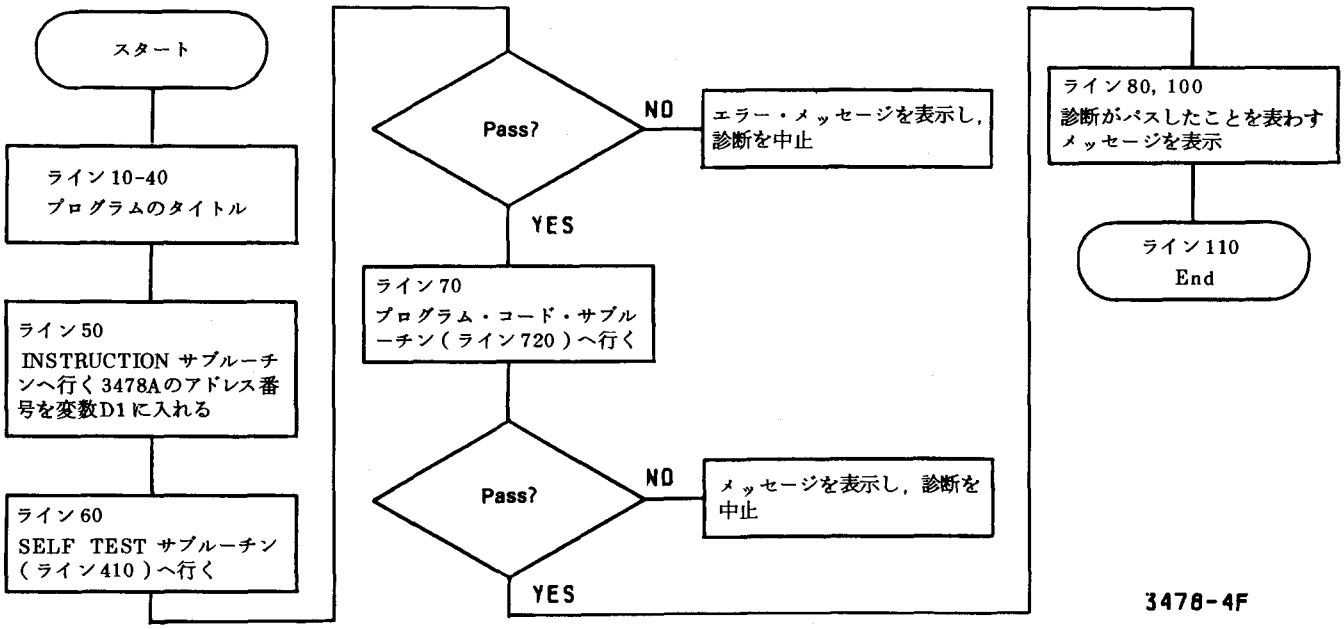
クリーニング

3478Aをクリーニングするときは，必ず電源を切ってからにしてください。拭き取りの際には，水や中性洗剤を湿らせたやわらかい布をお使いください。しずくがたれるほど濡れた布を使ったり，水を機器の中に入れたりしないでください。研摩剤などはご使用にならないでください。特にディスプレイなどにご使用になると傷がつきます。また，ディスプレイは強く押さないでください。入力端子付近のパネルにはなるべく触れないでください。指についた油が，電流の漏れや入力インピーダンスの減少の原因となるからです。高入力インピーダンスに保つために，イソプロピルアルコールをひたした綿棒で入力端子を拭いてください。

診断プログラムとフローチャート

メインプログラムとアドレス番号の設定

```
 10 ! *** 3478A VERIFICATION ***
 20 ! HP85 VERSION   APRIL, 1982
 30 CLEAR
 40 CRT IS 1 @ PRINTER IS 2
 50 GOSUB 120 ! INSTRUCTIONS
 60 GOSUB 410 ! SELF TEST
 70 GOSUB 720 ! PROGRAM CODES
 80 DISP @ DISP " *** VERIFICATI
    ON COMPLETE ***"
 90 !
100 DISP "* END OF VERIFICATION
    PROGRAM *"
110 END
```

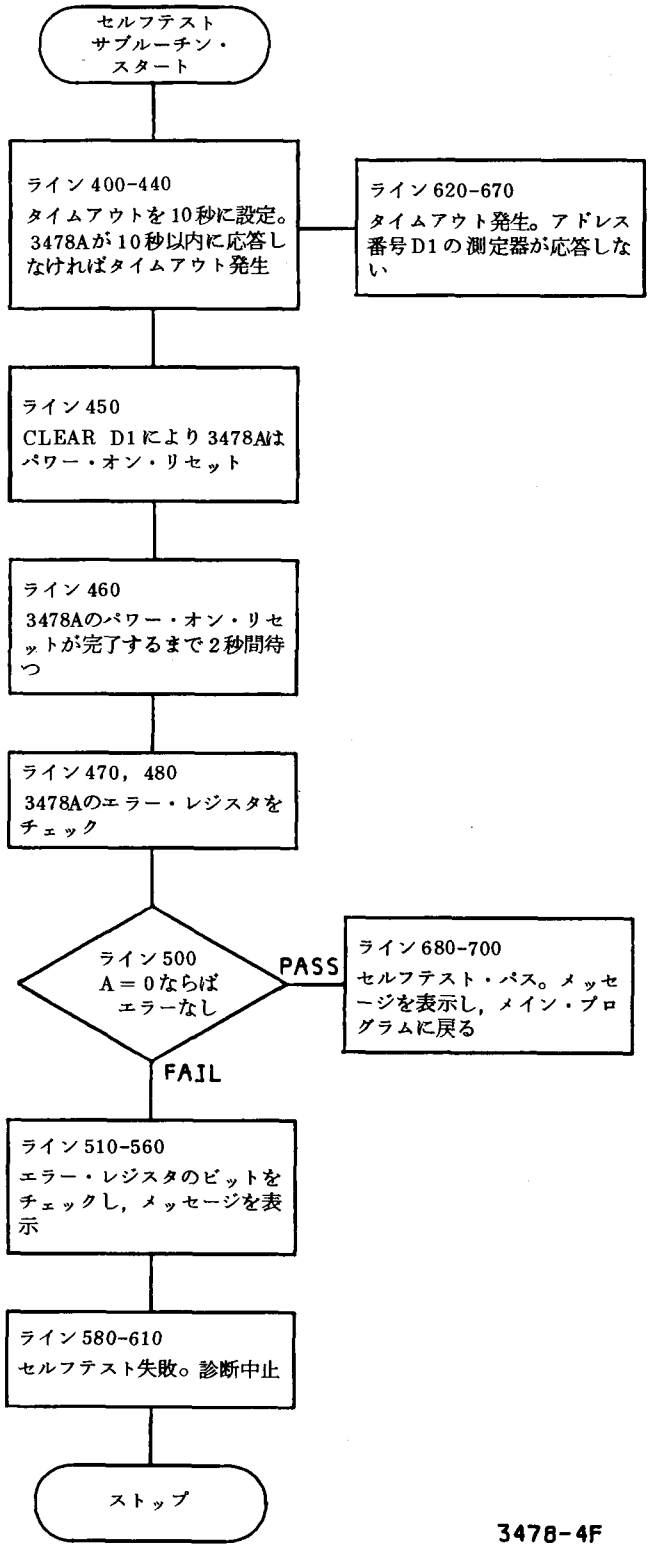



```
120 DISP "   3478A VERIFICATION
    PROGRAM" @ DISP
130 DISP "   1. REMOVE ALL INSTR
    UMENTS          FROM THE BUS
     EXCEPT 3478A."
140 DISP "   2. DO NOT PRESS ANY
     3478A          KEYS DURING
    THIS TEST"
150 DISP "      UNTIL INSTRUCTED
     TO DO SO."
160 DISP "   3. REMOVE ALL INPUT
     CABLES         FROM THE 347
    8A."
170 DISP
180 DISP " TEST PROGRESS IS SHOW
    N ON THE"
190 DISP " DISPLAY, ERRORS ARE N
    OTED ON "
200 DISP " THE PRINTER. PRESS [C
    ONT] KEY"
210 DISP " TO BEGIN."
220 PAUSE
230 CLEAR
240 DISP "WHAT IS ADDRESS OF THE
     3478A?"
250 DISP "  (FACTORY ADDRESS=723
    )" @ DISP @ DISP "   PRESS [
    END LINE] KEY"
260 D1=723
270 ON ERROR GOTO 360
280 INPUT S1$
290 IF S1$<>"" THEN D1=VAL(S1$)
300 D=D1 DIV 100
310 ABORTIO D
320 IF FP(D1)<>0 THEN 360
330 IF D<3 OR D>10 THEN 360
340 IF D1 MOD 100>30 OR D1 MOD 1
    00<0 THEN 360
350 GOTO 400
360 OFF ERROR
370 CLEAR
380 DISP " ** INVALID INPUT **"
    @ DISP @ BEEP
390 GOTO 240
```

診断プログラムとフローチャート（つづき）

セルフテスト・サブルーチン

```
400 RETURN
410 ! DVM SELF TEST
420 CLEAR
430 DISP "SELF TEST"
440 SET TIMEOUT D;10000
450 ON TIMEOUT D GOTO 630 ! NO A
    NSWER FROM DVM
460 CLEAR D1
470 WAIT 2000
480 OUTPUT D1 ;"E"
490 ENTER D1 ; A
500 OFF TIMEOUT D
510 IF A=0 THEN GOTO 690
520 IF BIT(A,0)=1 THEN DISP "
     CAL RAM FAILURE"
530 IF BIT(A,1)=1 THEN DISP "
     RAM FAILURE (NOT CAL RAM"
540 IF BIT(A,2)=1 THEN DISP "
     ROM FAILURE"
550 IF BIT(A,3)=1 THEN DISP "
     A/D SLOPE ERROR"
560 IF BIT(A,4)=1 THEN DISP "
     A/D SELF TEST FAILURE"
570 IF BIT(A,5)=1 THEN DISP "
     A/D LINK FAILURE"
580 DISP
590 DISP " SELF TEST FAILED, SEE
     THE "
600 DISP " 3478A SERVICE MANUAL"
610 DISP @ DISP " ** VERIFICATIO
    N ABORTED **"
620 DISP @ STOP
630 CLEAR @ BEEP @ PRINT "THE DE
    VICE AT ADDRESS "&VAL$(D1)
640 PRINT "(IF ANY) FAILS TO RES
    POND." @ DISP
650 PRINT "** VERIFICATION ABORT
    ED **" @ DISP
660 PRINT "CHECK FOR PROPER HP-I
    B ADDRESS"
670 PRINT "AND RUN THE PROGRAM A
    GAIN"
680 STOP
690 ! SELF TEST PASSES
700 DISP "** SELF TEST PASSES **
    "
```



3478-4F

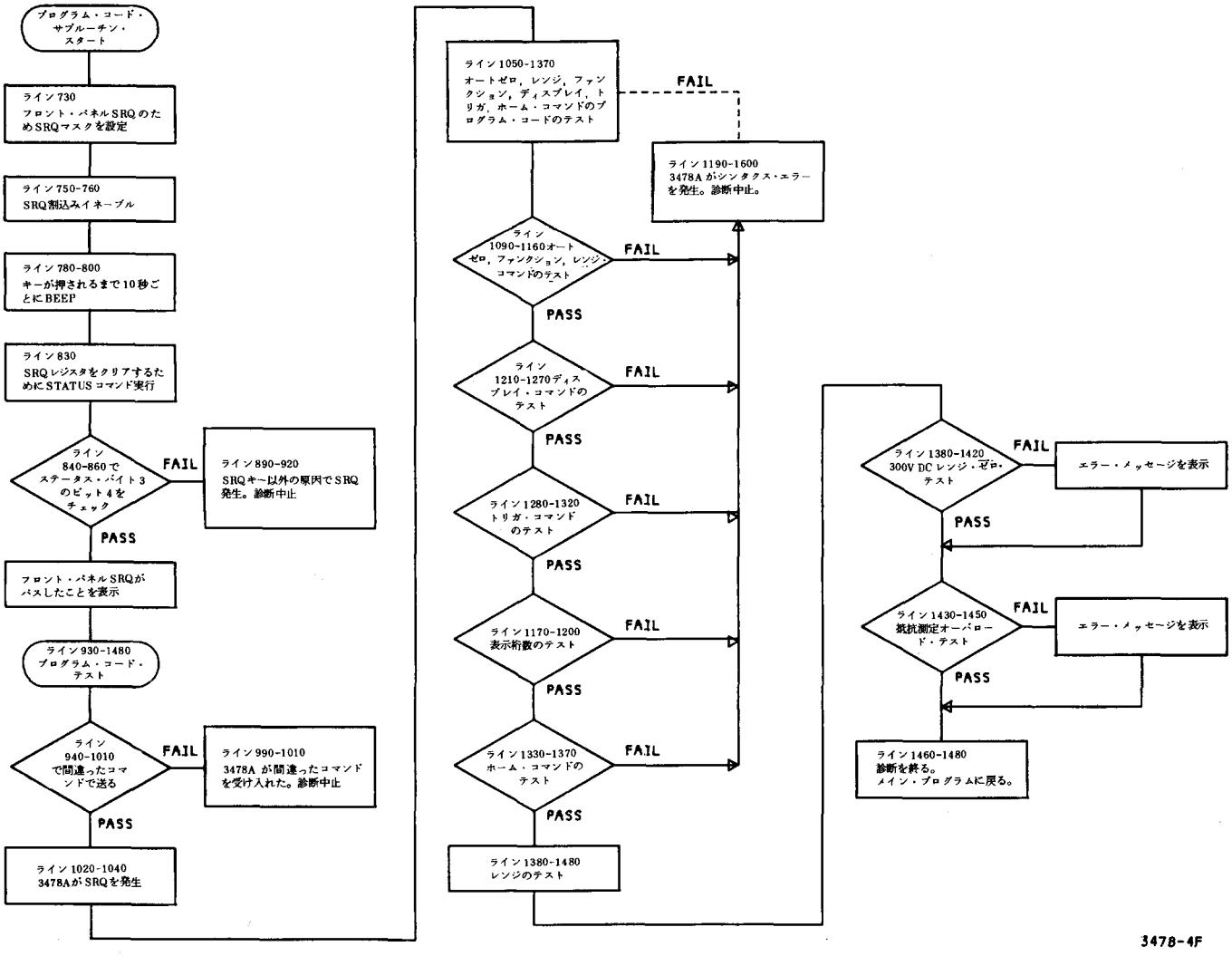
診断プログラムとフローチャート（つづき）

プログラム・コード・サブルーチン

```
710 RETURN
720 ! SUBROUTINE FOR PROGRAM COD
    ES
730 DISP "TESTING FRONT PANEL SR
    Q"
740 OUTPUT D1 ;"KM20"
750 ON TIMER# 2,60000 GOTO 900
760 ON INTR D GOTO 820
770 ENABLE INTR D;8
780 DISP @ DISP @ DISP "PRESS 34
    78A FRONT PANEL SRQ KEY" @ B
    EEP
790 WAIT 5000
800 WAIT 5000
810 BEEP @ GOTO 790
820 OFF TIMER# 2
830 STATUS D,1 ; A
840 OUTPUT D1 ;"B"
850 ENTER D1 USING "3(1B)" ; B1,
    B2,B3
860 IF BIT(B3,4) THEN 890
870 PRINT "FRONT PANEL SRQ NOT A
    CKNOWLEDGED"
880 DISP @ DISP "** VERIFICATION
     ABORTED" @ STOP
890 DISP "** FRONT PANEL SRQ PAS
    SED **" @ GOTO 940
900 ! SRQ KEY NOT PRESSED
910 PRINT "SRQ KEY NOT PRESSED."
     @ PRINT
920 PRINT "*** VERIFICATION ABOR
    TED ***"
930 STOP
940 DISP @ DISP @ DISP "TESTING
    FOR PROGRAM CODES"
950 OUTPUT D1 ;"KM04"
960 ON INTR D GOTO 1030
970 ENABLE INTR D;8
980 OUTPUT D1 ;"Q3" ! ILLEGAL CO
    DE
990 WAIT 1000 ! WAIT FOR SRQ
1000 PRINT "SENT ILLEGAL CODE AN
     D 3478A"
1010 PRINT "ACCEPTED IT."
1020 DISP "** VERIFICATION ABORT
     ED **" @ STOP
1030 STATUS D,1 ; A
1040 P=SPOLL(D1)
1050 DISP "     PASSES ILLEGAL C
     ODE TEST"
1060 DISP @ DISP "WATCH 3478A DI
     SPLAY" @ WAIT 1000
1070 ON INTR D GOSUB 1510
1080 ENABLE INTR D;8
1090 E=1
1100 FOR Z=0 TO 1 ! AUTOZERO
1110 FOR F=1 TO 7 ! FUNCTION COD
     ES
1120 FOR R=-3 TO 7 ! RANGE CODES
1130 OUTPUT D1 ;"Z";Z;"F";F;"R";
     R
1140 NEXT R
1150 NEXT F
1160 NEXT Z
1170 DISP "     PASSES RANGE, FU
     NCTION,          AUTOZERO TE
     ST"
1180 FOR N=3 TO 5
1190 E=2
1200 OUTPUT D1 ;"F1RAN";N
1210 NEXT N
1220 E=3
1230 OUTPUT D1 ;"D1"
1240 OUTPUT D1 ;"  D2DISPLAY TES
     T"
1250 WAIT 500
1260 OUTPUT D1 ;"D3DISPLAY TEST"
1270 WAIT 500
1280 DISP "     PASSES DISPLAY T
     EST"
1290 FOR T=1 TO 5
1300 E=4
1310 OUTPUT D1 ;"F1RAD1N5T";T
1320 NEXT T
1330 DISP "     PASSES TRIGGER T
     EST"
1340 FOR H=7 TO 0 STEP -1
1350 E=5
1360 OUTPUT D1 ;"H";H
1370 NEXT H
1380 DISP "     PASSES PRESET CO
     MMANDS TEST"
1390 OUTPUT D1 ;"F1RAN5T1"
1400 ENTER D1 ; Z
1410 IF Z>-.002 AND Z<.002 THEN
     1440
1420 PRINT "ZERO ERROR ON THE 30
     0V RANGE"
1430 PRINT "VERIFICATION NOT ABO
     RTED"
1440 OUTPUT D1 ;"F3RA"
1450 ENTER D1 ; O
1460 IF O<>9999990000 THEN PRINT
      "OHM OVERLOAD ERROR" @ PRI
     NT "VERIFICATION NOT ABORTE
     D"
1470 OUTPUT D1 ;"F1RAN5T1"
1480 DISP "     READINGS TEST PA
     SSES"
1490 RETURN
1500 ! ERROR SUBROUTINE
1510 STATUS D,1 ; A
1520 P=SPOLL(D1)
1530 IF BIT(P,2) THEN PRINT "PRO
     GRAM CODES TEST FAILED,"
1540 PRINT "SYNTAX ERROR." @ PRI
     NT
1550 IF E=1 THEN PRINT "FUNCTION
      CODE= F";F;"RANGE CODE= R"
     ;R;"AUTOZERO= Z";Z
1560 IF E=2 THEN PRINT "DISPLAY
     DIGITS = N";N-1
1570 IF E=3 THEN PRINT "DISPLAY
     COMMANDS FAILURE"
1580 IF E=4 THEN PRINT "TRIGGER
     COMMAND= T";T
1590 IF E=5 THEN PRINT "PRESET C
     ODE = H";H
1600 DISP @ DISP "** VERIFICATIO
     N ABORTED **"
```

診断プログラムとフローチャート（つづき）

プログラム・コード・サブルーチン



3478-4F

表4－3 仕　様

直流電圧測定

入力特性

レンジ	最大表示（5½桁のとき）	分解能 5½桁	4½桁	3½桁	入力抵抗
30mV	±30.3099mV	100nV	1μV	10μV	
0.3V	±0.303099V	1μV	10μV	100μV	$>10^{10}\Omega$
3V	±3.03099V	10μV	100μV	1mV	
30V	±30.3099V	100μV	1mV	10mV	10MΩ±1%
300V	±303.099V	1mV	10mV	100mV	

最大入力

Hi－Lo端子間：303Vrmsまたは450Vピーク。

Hi－Lo端子－大地間の最大入力電圧：±500Vピーク。

確度：AUTO ZEROオンのとき。±（%指示値＋カウント）

レンジ	5½桁のとき 24時間 T_{CAL}±1℃	90日間 T_{CAL}±5℃	1年間 T_{CAL}±5℃	4½桁，3½桁のとき 24時間 T_{CAL}±1℃	90日間 T_{CAL}±5℃	1年間 T_{CAL}±5℃
30mV	0.025 ＋40	0.0275＋40	0.035 ＋40	0.027 ＋4	0.03 ＋4	0.04 ＋4
300mV	0.004 ＋4	0.005 ＋5	0.007 ＋5	0.005 ＋1	0.007＋1	0.02 ＋1
3V	0.003 ＋2	0.004 ＋2	0.06 ＋2	0.0034＋1	0.006＋1	0.019＋1
30V	0.004 ＋3	0.005 ＋3	0.007 ＋4	0.005 ＋1	0.007＋1	0.02 ＋1
300V	0.004 ＋2	0.005 ＋2	0.007 ＋2	0.0055＋1	0.008＋1	0.02 ＋1

* T_{CAL}：3478Aを校正したときの温度で20℃～30℃の範囲内。

確度：AUTO ZEROオフのとき；24時間以内，温度変化±1℃以下5½桁のとき，30mVレンジで110カウント，300mV，30Vレンジでは11カウントを，3V，300Vレンジでは3カウントを上記の確度に加える。

温度係数：AUTO ZEROオン。5½桁のとき。0℃～55℃。±（%指示値＋カウント数）/℃

レンジ	温度係数
30mV	0.0028＋0.5
300mV	0.0005＋0.5
3V	0.0004＋0.05
30V	0.0006＋0.5
300V	0.0004＋0.05

ノイズ除去比：50，60Hz±0.1%の交流に対して，Lo端子に1kΩを接続した不平衡状態で。

桁数	AC NMR	AC ECMR	DC CMR
5½桁	80dB	140dB	140dB
4½桁	59dB	120dB	140dB
3½桁	0dB	60dB	140dB

最高読み取り速度（回/秒）：

電源周波数	AUTO ZERO	3478A：リモート・コントロール 3½桁	4½桁	5½桁
60Hz	オフ	90回/秒	35回/秒	4.4回/秒
	オン	60	20	2.3
50Hz	オフ	85	30	3.7
	オン	50	17	1.9

ステップ入力と同時にトリガをかけたとき，最初の指示値は仕様の0.1カウント以内におさまる。

上記の読み取り速度は使用するコンピュータによって異なる場合がある。

ローカル（手動）の場合の読み取り速度：

AUTO ZEROオフのとき，桁数にかかわらず4回/秒。

AUTO ZEROオンのとき，桁数にかかわらず2回/秒。

抵抗測定（２線式測定，４線式測定）

入力特性

項目／レンジ	最大表示（5½桁）	分解能 5½桁	4½桁	3½桁	測定電流	開放時の端子間電圧
30Ω	30.3099Ω	100μΩ	1mΩ	10mΩ		
300Ω	303.099Ω	1mΩ	10mΩ	100mΩ	1mA	
3kΩ	3.03099kΩ	10mΩ	100mΩ	1Ω		
30kΩ	30.3099kΩ	100mΩ	1Ω	10Ω	100μA	<6.5V
300kΩ	303.099kΩ	1Ω	10Ω	100Ω	10μA	
3MΩ	3.03099MΩ	10Ω	100Ω	1kΩ	1μA	
30MΩ	30.3099MΩ	100Ω	1kΩ	10kΩ	100nA	

非破壊最大入力：Hisource－Losource間，Hisense－Losense間で±350Vピーク。Hi，Lo端子－大地間で±500Vピーク。

確度：AUTO ZEROオンのとき。4線式測定。5½桁。±（%指示値＋カウント数）

レンジ	24時間 T_{CAL}±1℃	90日間 T_{CAL}±5℃	1年間 T_{CAL}±5℃
30Ω	0.023＋35	0.027＋41	0.034＋41
300Ω	0.0045＋4	0.012＋5	0.017＋5
3k～300kΩ	0.0035＋2	0.011＋2	0.016＋2
3MΩ	0.0052＋2	0.011＋2	0.016＋2
30MΩ	0.036 ＋2	0.066＋2	0.078＋2

確度：２線式測定のとき；4線式測定と同じ。ただし測定値にはオフセット（テストリード先端短絡時の指示値最大200mΩ）が含まれる。

確度：AUTO ZEROオフのとき：24時間以内，温度変化±1℃以下

5½桁のとき。30Ωレンジでは110カウント，300Ωレンジでは11カウント，3kΩ～300kΩレンジでは10カウント，3MΩレンジでは8カウント，30MΩレンジでは33カウントをAUTO ZEROオンのときの確度に加える。

温度係数： AUTO ZEROオン。5½桁のとき。0°C～55°C。±（%指示値＋カウント数）/°C

30Ωレンジ	300Ωレンジ	3kΩ～300kΩ	3MΩレンジ	30MΩレンジ
0.003 + 5	0.009 + 0.5	0.0009 + 0.05	0.0021 + 0.05	0.021 + 0.05

最高読み取り速度： 3MΩ，30MΩレンジを除き直流電圧測定の読み取り速度と同じ。3MΩレンジでは1回の読み取り時間に30ms，30MΩレンジでは300msを加える。

交流電圧測定（真の実効値応答）

入力特性

レンジ	最大表示（5½桁のとき）	分解能 5½桁	4½桁	3½桁	入力インピーダンス
300mV	303.099mV	1μV	10μV	100μV	1MΩ±1% <60pF
3V	3.03099V	10μV	100μV	1mV	
30V	30.3099V	100μV	1mV	10mV	
300V	303.099V	1mV	10mV	100mV	

最大入力

Hi-Lo端子；303Vrmsまたは450Vピーク。

Hi，Lo端子－大地間の最大入力電圧：±500Vピーク。

確度： フルスケールの10%以上の入力に対して有効。

AUTO ZEROオン，5½桁のとき。±（%指示値＋カウント数）。

1年間，T_{CAL} ±5°C

レンジ＼周波数(Hz)	20～50	50～100	100～20k	20k～50k	50k～100k	100k～300k
300mV	1.14 + 163	0.46 + 163	0.20 + 120	0.38 + 205	1.20 + 840	
3V，30V	1.14 + 102	0.46 + 103	0.20 + 70	0.26 + 140	0.87 + 780	10.1 + 3720（30Vレンジのみ）
300V	1.18 + 102	0.5 + 102	0.24 + 70	0.42 + 140	0.98 + 780	

確度： AUTO ZEROオフのとき；24時間以内，温度変化±1°C以下

5½桁のとき，上記の確度に10カウントを加える。

温度係数： AUTO ZEROオン。5½桁のとき。0°C～55°C。

20kHz以下では，±（0.016%指示値＋10カウント）/°C

20kHz以上では，±（0.04%指示値＋10カウント）/°C

クレスト・ファクタ： ＞4：1，フルスケール入力に対して。

コモン・モード・ノイズ除去比： Lo端子に1kΩを接続した不平衡状態で，DC～60Hzのノイズに対して＞70dB。

応答時間： 最終値±70カウント以内に落ち着くまでに要する時間＜0.6秒（固定レンジ）。レンジ切り換え（AUTO RANGE）を伴なう場合，レンジ切換1回毎に0.6秒を要する。

最高読み取り速度： 高速トリガ（T5）を行なった場合には，直流電圧測定の読み取り速度と同じ。

ノーマル・トリガ（T1，T2，T3）を行なった場合には，電源周波数，AUTO ZEROオン/オフにかかわらず5½桁では1回/秒，4½桁，3½桁では1.4回/1秒。

直流電流測定

入力特性

レンジ	最大表示（5½桁のとき）	分解能 5½桁	4½桁	3½桁	フルスケール入力時の端子間電圧
300mA	±0.303099A	1μA	10μA	100μA	<1V
3A	±3.03099A	10μA	100μA	1mA	

確度： AUTO ZEROオン。5½桁。±（%指示値＋カウント数）

レンジ＼期間	90日間 T_{CAL} ±5°C	1年間 T_{CAL} ±5°C
300mA	0.11 + 40	0.15 + 40
3A，（入力電流≦1Aの場合）	0.14 + 6	0.17 + 6
3A，（入力電流＞1Aの場合）	1.0 + 30	1.0 + 30

確度： AUTO ZEROオフのとき；24時間以内，温度変化±1°C以下，5½桁のとき。

300mAレンジでは110カウントを，3Aレンジでは11カウントを上記の確度に加える。

温度係数： 0°C～55°C。AUTO ZEROオン。5½桁。

±(0.012指示値＋5カウント)/°C；300mAレンジ

±(0.012指示値＋0.5カウント)/°C；3Aレンジ

最大入力： 3A（入力信号源電圧は250V未満）。

保護回路： 3A/250Vヒューズ（ノーマル・ブロー）。

最高読み取り速度：直流電圧測定の場合と同じ。

交流電流測定（真の実効値応答）

入力特性

項目 / レンジ	最大表示（5½桁のとき）	分解能 5½桁	分解能 4½桁	分解能 3½桁	フルスケール入力時の端子間電圧
300mA	303.099mA	1μA	10μA	100μA	< 1Vrms
3A	3.03099A	10μA	100μA	1mA	

確度： フルスケールの10％以上の入力に対して有効。AUTO ZEROオン。5½桁。1年間，Tcal ±5°C。±（％指示値＋カウント数）

周波数 / レンジ	20Hz～50Hz	50Hz～1kHz	1kHz～10kHz	10kHz～20kHz
300mA	1.77 + 163	1.1 + 163	1 + 163	1.14 + 163
3A	2.5 + 163	1.8 + 163	1.7 + 163	1.84 + 163

確度：AUTO ZEROオフのとき； 24時間以内，温度変化±1°C以下のとき，上記の確度に10カウントを加える。

温度係数： 0°C～55°C。AUTO ZEROオン。5½桁。±（0.021％指示値＋10カウント）/°C。

応答時間： ＜0.6秒（固定レンジで，ステップ入力印加後指示値が最終値の±70カウント以内に落着くまでの時間)。レンジ切り換えを行なう場合にはレンジ切り換え1回につき0.6秒を要する。

最高読み取り速度： 交流電圧測定の読み取り速度と同じ。

最大入力： 3A（入力信号源電圧は250V未満）。

保護回路： 3A/250Vヒューズ（ノーマル・ブロー）。

そ の 他

積分時間：

電源周波数	5½桁	4½桁	3½桁
50Hz	200ms	20ms	2ms
60Hz	166.7ms	16.67ms	1.667ms

動作温度範囲： 0～55°C

保存温度範囲： －40°C～75°C

動作湿度範囲： ≦95％R.H.，0～40°C。

フォーム・アップ時間： 仕様を満足するために1時間必要。

電源： 電圧100，120，220，240V周波数50Hz，60Hzの組み合わせ8種類のいづれかをオプションで指定。

消費電力： 最大25VA。＜12W

質量： 3kg

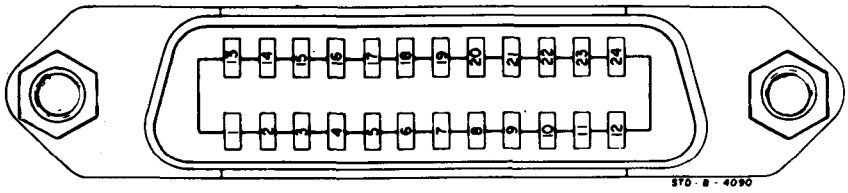
外形寸法： 102mm（高）×215mm（幅）×356mm（奥）

付 録 A

概　要

ここではHP－IBインタフェースについて説明します。HP－IB（Hewlett－Packard Interface Bus）は，IEEE Std. 488－1978「Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation」に準拠したヒューレット・パッカード社の製品です。このインタフェースにより，ディジタル形式のメッセージを2台以上のHP－IBを装備した機器間で転送できます。

HP－IBは，15台までの機器を接続できます。インタフェース・バスは16本の信号ラインが用いられ，システム内のすべての機器は並列に接続されます。HP－IBコネクタとそのピンの概略図を下に示します。

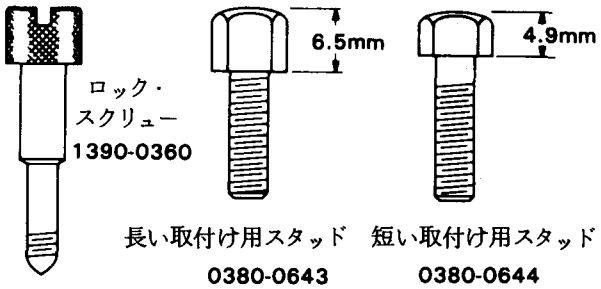


ピン	ライン
1	D101
2	D102
3	D103
4	D104
13	D105
14	D106
15	D107
16	D108
5	EOI
17	REN
6	DAV
7	NRFD
8	NDAC
9	IFC
10	SRQ
11	ATN
12	SHIELD-CHASSIS GROUND
18	P/O TWISTED PAIR WITH PIN 6
19	P/O TWISTED PAIR WITH PIN 7
20	P/O TWISTED PAIR WITH PIN 8
21	P/O TWISTED PAIR WITH PIN 9
22	P/P TWISTED PAIR WITH PIN 10
23	P/O TWISTED PAIR WITH PIN 11
24	ISOLATED DIGITAL GROUND

これらのピンは内部で接地されている。

注　意

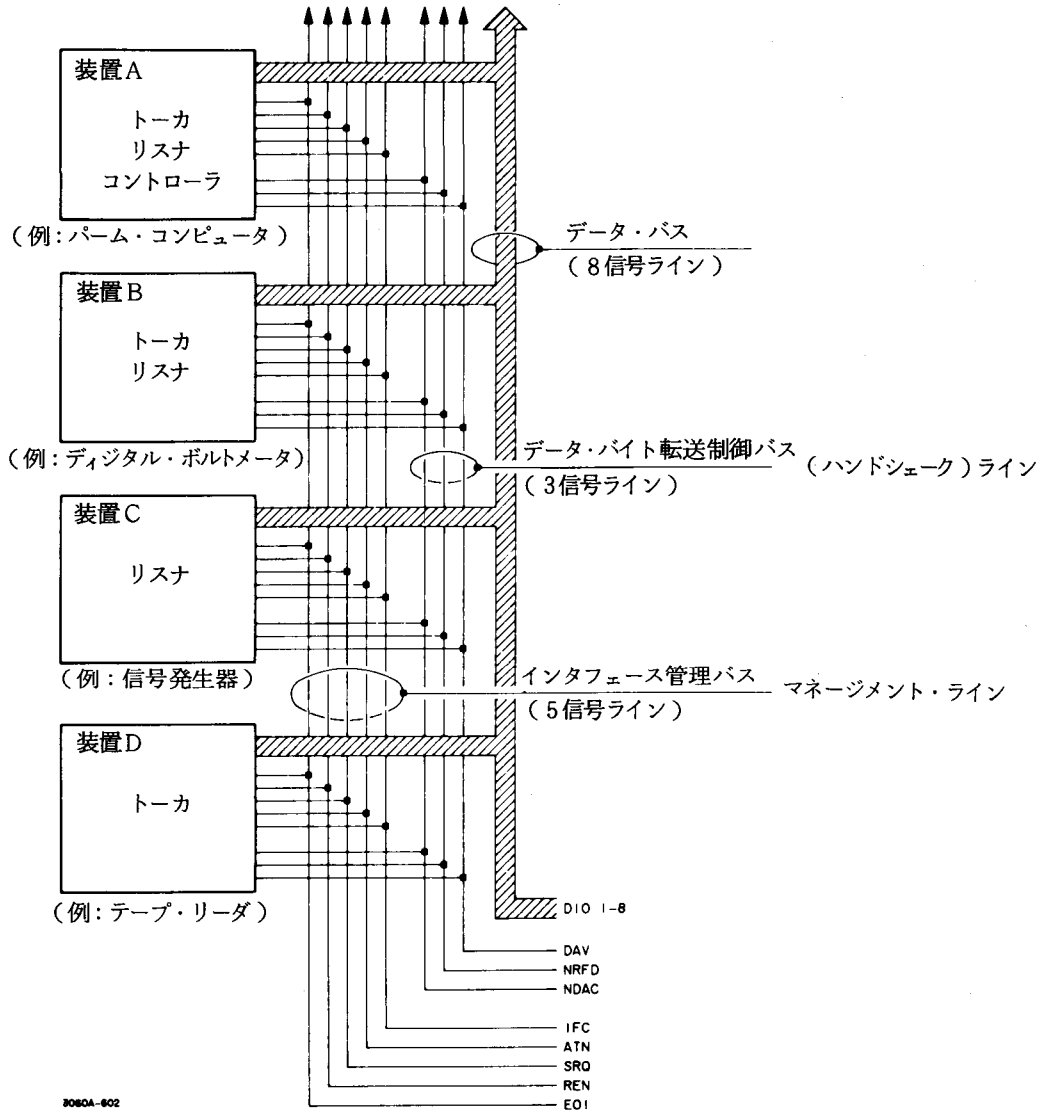
3478Aには，インチねじでなくメートルねじのHP－IBケーブル取り付け用スタッドが付いています。ケーブルを機器に固定するためには，メートルねじの10631A，B，またはC HP－IBケーブルのロック・スクリューを使用しなければなりません。2種類のスタッドはその色によって区別することができます。インチねじのものは銀色で，メートルねじのものは黒色です。色の違うロック・スクリューとスタッドを組み合わせると，どちらか一方あるいは両方が壊れてしまいます。メートルねじのHP－IBケーブル取り付け用スタッドの図と部品番号を下に示します。



図A－1　HP－IBコネクタ

インタフェース・バスのうち8ラインはデータ・ラインと呼ばれています。データ・ラインは，データ・ビットの入出力用に使用されます。データの転送は入力と出力とも，ビット・パラレル，バイト・シリアルの形でデータ・ライン上を転送されます。データの各バイトは8ビットのバイナリ・コード（ASCIIコード）で構成されています。

装置はコントローラ，トーカ，またはリスナのいずれかに分類できます。これらは次のように定義します。



図A－2　インタフェースの接続とバス構成

a．コントローラ：バス・ライン上のどの装置がトーカであり，リスナであるかを指定することのできる装置。
コントローラにはアクティブ・コントローラとシステム・コントローラの2種類があります。アクティブ・コントローラは，現在ほかの機器をコントロールしている装置です。システム・コントローラは，それがアクティブ・コントローラでなくても，バス・ライン上の機器をコントロールすることができます。数台のコントローラがバス・ライン上にあっても，アクティブ・コントローラになり得るのは一台のみです。

b．トーカ：トーカはアドレスに指定されたとき，バス・ライン上に情報を送ることができる装置です。一度にトーカに指定される装置は1台だけです。すべてのHP-IBを装備したコンピュータ，およびHP-IBを装備したほとんどの測定器はトーカになることができます。

c．リスナ：リスナにアドレス指示されているとき，バス・ライン上から情報を受け取ることができる装置です。リスナに指示される装置は複数であってもかまいません。3478Aはリスナ機能を持っています。

インタフェースの用語

以下に，HP-IBシステムの動作を説明する際に使用される用語を簡単に説明します。

- アドレス。アドレスはインタフェース内でほかの機器との区別をするためのものです。インタフェース・バスに接続される各機器は，それに割り当てられる独自のアドレスを持っています。HP-IBでは，アドレスは機器のスイッチによって設定されます。アドレスは，インタフェースに接続されているどの機器が情報を受け取り（リスナ）あるいは送る（トーカ）かを指定するために使用されます。

- バイト。バイトは，ビットと呼ばれる8個の2進数字（Binary digit）から成る情報の単位です。

- クリア。クリア・メッセージによって，リスナあるいはインタフェースに接続されているすべての装置は，その時点の状態から解除され初期設定状態に戻ります。

- デバイス。HP-IBに接続可能な測定器および周辺機器（プリンタ，プロッタなど）。

- ポーリング。ポーリングは，コントローラからのサービスを要求した機器を探すためにコントローラが用いる代表的な方法です。ポーリングには，シリアル・ポールの2つがあります。

  1. シリアル・ポール。コントローラがシリアル・ポールを実行するとき，アドレス番号を振り当てられた機器は，ステータス・バイトと呼ばれる1バイトの動作情報を送ります。ループの中の1つ以上の機器がサービスの要求をしようとしている場合，ループの中の各々の機器は，サービスを要求した機器が探し出されるまでシリアル・ポールされません。
  2. パラレル・ポール。これは，ループの中の8つの機器からステータス・ビットを得る方法です。3478Aは，パラレル・ポールに応答しません。

3478Aバス機能

3478AのHP-IBバス機能を表A－1に示します。

表A－1　3478A　バス機能

SH1	完全なソース・ハンドシェーク能力。
AH1	完全なアクセプタ・ハンドシェーク能力。
T5	シリアル・ポール，トーク・オンリ・モードをもったベーシック・トーカ。MLAではアドレスされない。
TE0	拡張トーカなし。
L4	ベーシック・リスナ。MTAではアドレスされない。
LE0	拡張リスナなし。
SR1	完全なサービス・リクエスト能力。
RL1	完全なリモート・ローカル能力。
PP0	パラレル・ポール能力なし。
DC1	完全なデバイス・クリア能力。
DT1	完全なデバイス・トリガ能力。
C0	コントローラ能力なし。

バス・メッセージの実行

次に示す11の図は3478Aを使用したバス・メッセージの実行を示したもので，使用されているコードは次のようなものです。

T = 真　　X = 関係なし

F = 偽　　oct = 8進コード

タ・メッセージ（コントローラから3478Aへ）

トローラから3478Aへデータを送る。まず：

ス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

TN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	T	X

? U 7

ユニバーサル・アンリスン（Universal Unlisten）

3478A リスン・アドレス

コントローラ・トーク・アドレス

：

ス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

TN	IFC	SRQ	REN	EOI
F	F	X	T	X

測定器のプログラムコード

トリガ・メッセージ（コントローラからデバイスへ）

TRIGGERメッセージを送る(GET)：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	T	X

? U 7　oct010

ユニバーサル・アンリスン

コントローラ・トーク・アドレス

トリガ・コマンド

3478A リスン・アドレス

リモート・メッセージ

リモート・モードを入力する：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	T	X

? U 7

ユニバーサル・アンリスン

3478A リスン・アドレス

コントローラ・トーク・アドレス

リモート・モードにしておくために：

バス・マネージメント・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
F	F	X	X	X

タ・メッセージ（3478Aからコントローラいは他のデバイスへ）

3478Aからコントローラへデータを送る。まず：

ス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

N	IFC	SRQ	REN	EOI
	F	X	X	X

? W 5

ユニバーサル・アンリスン

コントローラ・リスン・アドレス

3478A トーク・アドレス

：

ス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

N	IFC	SRQ	REN	EOI
	F	X	X	X

3478Aから出力されたデータ

ローカル・メッセージ

ローカル・モードを入力する：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	T	F

? U 7　oct001

ユニバーサル・アンリスン

コントローラ・トーク・アドレス

ローカル命令へ行く

3478A リスン・アドレス

バス・メッセージの実行（つづき）

クリア・メッセージ

CLEARメッセージを送る：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	X	X

oct004
└ クリア・コマンド

3478AのみにCLEARメッセージを送る：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
F	F	X	T	X

? 6 oct 004
? ユニバーサル・アンリスン
6 3478Aリスン・アドレス
oct 004 └ クリア・コマンド

ステータス・バイト・メッセージ

3478Aにシリアル・ポール（SPOLL）を行う（ステータス・バイトを得る）：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	X	F

? 6 oct030 W 5
? ユニバーサル・アンリスン
6 3478Aリスン・アドレス
oct030 シリアル・ポール・イネーブル
W 5 コントローラ・リスン・アドレス
5 3478A トーク・アドレス

次に：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ*	REN	EOI
F	F	X	X	F

3478A ステータス・バイト

*SRQが真の場合，偽の状態（F）に切り換わる。

最後に：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	F	X	F

oct 031
└ シリアル・ポール・ディスエーブル

リクエスト・サービス（Require Service）メッセージ

リクエスト・サービス・メッセージを送る：

バス・マネージメント・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
X	X	T	X	X

ローカル・ロックアウト（Local Lockout）メッセージ

ローカル・ロックアウト・イネーブル：

バス・マネージメント・ライン　　データ・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
T	F	X	T	F

oct 021
└ ローカル・ロックア

ローカル・ロック・アウトにしておくために：

バス・マネージメント・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
X	X	X	T	X

クリア・ロックアウト/セット・ローカル
（Clear Lockout / Set Local）メッセージ

ローカル・ロックアウトをクリアしローカルに設定する：

バス・マネージメント・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
X	X	X	T	X

ABORT メッセージ

ABORTメッセージを送る：

バス・マネージメント・ライン

ATN	IFC	SRQ	REN	EOI
X	T	X	X	X

付 録 B

ASCII コード表

ASCII Char.	EQUIVALENT FORMS Binary	Octal	Dec.	ASCII Char.	EQUIVALENT FORMS Binary	Octal	Dec.	ASCII Char.	EQUIVALENT FORMS Binary	Octal	Dec.	ASCII Char.	EQUIVALENT FORMS Binary	Octal	Dec.
NULL	00000000	000	0	space	00100000	040	32	@	01000000	100	64	`	01100000	140	96
SOH	00000001	001	1	!	00100001	041	33	A	01000001	101	65	a	01100001	141	97
STX	00000010	002	2	"	00100010	042	34	B	01000010	102	66	b	01100010	142	98
ETX	00000011	003	3	#	00100011	043	35	C	01000011	103	67	c	01100011	143	99
EOT	00000100	004	4	$	00100100	044	36	D	01000100	104	68	d	01100100	144	100
ENQ	00000101	005	5	%	00100101	045	37	E	01000101	105	69	e	01100101	145	101
ACK	00000110	006	6	&	00100110	046	38	F	01000110	106	70	f	01100110	146	102
BELL	00000111	007	7	'	00100111	047	39	G	01000111	107	71	g	01100111	147	103
BS	00001000	010	8	(	00101000	050	40	H	01001000	110	72	h	01101000	150	104
HT	00001001	011	9	)	00101001	051	41	I	01001001	111	73	i	01101001	151	105
LF	00001010	012	10	*	00101010	052	42	J	01001010	112	74	j	01101010	152	106
V_{TAB}	00001011	013	11	+	00101011	053	43	K	01001011	113	75	k	01101011	153	107
FF	00001100	014	12	,	00101100	054	44	L	01001100	114	76	l	01101100	154	108
CR	00001101	015	13	-	00101101	055	45	M	01001101	115	77	m	01101101	155	109
SO	00001110	016	14	.	00101110	056	46	N	01001110	116	78	n	01101110	156	110
SI	00001111	017	15	/	00101111	057	47	O	01001111	117	79	o	01101111	157	111
DLE	00010000	020	16	0	00110000	060	48	P	01010000	120	80	p	01110000	160	112
DC_1	00010001	021	17	1	00110001	061	49	Q	01010001	121	81	q	01110001	161	113
DC_2	00010010	022	18	2	00110010	062	50	R	01010010	122	82	r	01110010	162	114
DC_3	00010011	023	19	3	00110011	063	51	S	01010011	123	83	s	01110011	163	115
DC_4	00010100	024	20	4	00110100	064	52	T	01010100	124	84	t	01110100	164	116
NAK	00010101	025	21	5	00110101	065	53	U	01010101	125	85	u	01110101	165	117
SYNC	00010110	026	22	6	00110110	066	54	V	01010110	126	86	v	01110110	166	118
ETB	00010111	027	23	7	00110111	067	55	W	01010111	127	87	w	01110111	167	119
CAN	00011000	030	24	8	00111000	070	56	X	01011000	130	88	x	01111000	170	120
EM	00011001	031	25	9	00111001	071	57	Y	01011001	131	89	y	01111001	171	121
SUB	00011010	032	26	:	00111010	072	58	Z	01011010	132	90	z	01111010	172	122
ESC	00011011	033	27	;	00111011	073	59	[	01011011	133	91	{	01111011	173	123
FS	00011100	034	28	<	00111100	074	0	\	01011100	134	92	|	01111100	174	124
GS	00011101	035	29	=	00111101	075	61	]	01011101	135	93	}	01111101	175	125
RS	00011110	036	30	>	00111110	076	62	^	01011110	136	94	~	01111110	176	126
US	00011111	037	31	?	00111111	077	63	_	01011111	137	95	DEL	01111111	177	127

コマンドのクイック・レファレンス・ガイド

測定ファンクションコード		レンジ・コード										
		R-2	R-1	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	RA（オートレンジ）
DC 電圧	F1	30mV	300mV	3V	30V	300V	+	+	+	+	+	
AC 電圧	F2	*	300mV	3V	30V	300V	+	+	+	+	+	
2-W 抵抗	F3	*	*	*	30Ω	300Ω	3KΩ	30KΩ	300kΩ	3MΩ	30MΩ	
4-W 抵抗	F4	*	*	*	30Ω	300Ω	3KΩ	30KΩ	300KΩ	3MΩ	30MΩ	
DC 電流	F5	*	300mA	3A	+	+	+	+	+	+	+	
AC 電流	F6	*	300mA	3A	+	+	+	+	+	+	+	
拡張抵抗	F7											

注）

* このレンジ・コードを指定した場合，最も低い（最も感度のよい）レンジが選択されることを表わす。

\+ このレンジ・コードを指定した場合，最も高い（最も感度の低い）レンジが選択されることを表わす。

他のプログラム・コード：

プログラムコード	添付する数字	解説	例
N	3,4,5	表示桁数の選択	N3 $3\frac{1}{2}$ 桁表示を選択
T	1-5	トリガ・モード；内部，外部，シングル，ホールド，ファースト	T2 外部トリガの選択
Z	0,1	オートゼロ	Z0 オートゼロ・オフ Z1 オートゼロ・オン
D	1-3	ディスプレイ	D1 通常のディスプレイ・モードを選択 D2 text"text" というメッセージをディスプレイに表示
H	0-7	ホーム（プリセット） H0＝F1T4R-2RAZ1N4 H1＝F1R-2RAZ1N4T3 H2＝F2R-2RAZ1N4T3 H3＝F3R-2RAZ1N4T3 H4＝F4R-2RAZ1N4T3 H5＝F5R-2RAZ1N4T3 H6＝F6R-2RAZ1N4T3 H7＝F7R-2RAZ1N4T3	
B		バイナリ・ステータスを出力	
C		校正（サービス・マニュアル参照）	
K		シリアル・ポール・レジスタをクリア	
E		エラー・レジスタの読み取りとクリア	
Mxx	0 to 77（8進数）	SRQマスクを8進数xxに設定	
S		フロント／リア・スイッチの状態をモニタ	